

**PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN LAS EMPRESAS CON PRESENCIA DE
RIESGO MECÁNICO MÁS REPRESENTATIVAS DE LA CIUDAD DE CALI Y SU
ÁREA DE INFLUENCIA AFILIADAS A COLMENA VIDA Y RIESGOS
PROFESIONALES – MONTAIND, LAMINAS Y CORTES, COLOMBIANA
TISSUE S.A. E INGENIERÍA Y FILTRACIÓN.**

**JONATHAN DAVID BONILLA ARCINIEGAS
RICHARD CASTRO GONZÁLEZ**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA INGENIERÍA MECATRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2011**

**PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN LAS EMPRESAS CON PRESENCIA DE
RIESGO MECÁNICO MÁS REPRESENTATIVAS DE LA CIUDAD DE CALI Y SU
ÁREA DE INFLUENCIA AFILIADAS A COLMENA VIDA Y RIESGOS
PROFESIONALES – MONTAIND, LAMINAS Y CORTES, COLOMBIANA
TISSUE S.A. E INGENIERÍA Y FILTRACIÓN.**

**JONATHAN DAVID BONILLA ARCINIEGAS
RICHARD CASTRO GONZÁLEZ**

**Pasantía institucional para optar por el título de
INGENIERO MECATRÓNICO**

**Director
BERNARDO ROGER SABOGAL ABRIL
Ingeniero Electricista
Especialización en Planeamiento Energético
Maestría en Ingeniería con énfasis en Eléctrica (en curso)**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA INGENIERÍA MECATRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2011**

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Mecatrónico

JUAN CARLOS MENA

Jurado

JESÚS ALFONSO LOPEZ

Jurado

Santiago de Cali, 8 de Julio de 2011

Este trabajo de grado está dedicado a nuestros padres porque nos apoyaron en todo momento de nuestras carreras, siempre estuvieron guiándonos y educándonos desde niños y nos dieron la gran oportunidad de realizar una carrera para lograr desempeñarnos profesionalmente. También va dedicado a cada uno de nuestros familiares ya que sin el crecimiento como persona no hubiéramos logrado llegar tan alto y a Dios por habernos dado vivir esta etapa en nuestras vidas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a Dios por guiarnos por el buen camino y habernos permitido vivir estas experiencias y pedimos que lleguen muchas más, y por las personas que logramos conocer. Agradecemos a nuestras familias por el apoyo y consejos que nos brindaron durante todo el recorrido de nuestras carreras, al Ingeniero Bernardo Roger Sabogal por darnos la oportunidad de realizar una pasantía y por los conocimientos brindados durante este proceso y anteriores, a la Universidad Autónoma de Occidente por las instalaciones y recursos dados, a cada uno de los docentes de esta institución que nos brindaron todo el conocimiento para dar paso a ser profesionales y a nuestros amigos que sin ellos no hubiéramos podido llegar hasta acá, por sus apoyos y por sus acompañamientos que fortalecieron el aprendizaje y crecimiento de nuestras capacidades.

CONTENIDO

	pág.
GLOSARIO	14
RESUMEN	15
INTRODUCCIÓN	16
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
2. ANTECEDENTES	.18
3. OBJETIVOS	.20
4. JUSTIFICACIÓN	21
5. MARCO TEÓRICO	22
5.1. GUARDAS	22
5.1.1. Dimensionamiento de las guardas	24
5.1.2. Distancias de seguridad (ds) que impidan alcanzar zonas peligrosas con los miembros superiores a través de aberturas regulares	25
5.2. MANDOS	28
5.3. BLOQUEOS	29
5.4. NORMAS LEGALES Y TÉCNICAS DE REFERENCIA	32
5.5. ENTORNO AMBIENTAL	32
5.6. ASPECTOS GENERALES	32
5.6.1. Manual de procesos y Procedimientos	33
5.7. JERARQUÍA DE CONTROL	35
5.8. PROCESO DE DISEÑO	36
6. METODOLOGÍA	37
6.1. ETAPAS DEL PROYECTO	37
6.1.1. Presentación de las máquinas seleccionadas	37
6.1.2. Desarrollo conceptual	37
6.1.3. Diseño a nivel sistema	39
7. DIAGNÓSTICO Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN POR PLANTA	40
7.1. COLOMBIANA TISSUE S.A.	40

7.1.1 Presentación de la máquina	40
7.1.2. Desarrollo Conceptual	42
7.1.3. Diseño a nivel sistema	51
7.2. LÁMINAS Y CORTES INDUSTRIALES S.A.	59
7.2.1 Presentación de la maquina	59
7.2.2. Desarrollo conceptual	61
7.2.3. Diseño a nivel sistema	67
7.3. INGENIERIA Y FILTRACION LTDA	74
7.3.1.Troqueladora	74
7.3.2. Tejedora..	97
8. CONCLUSIONES	117
BIBLIOGRAFÍA	118
ANEXOS	119

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Accidentalidad por Clasificación de Empresa en Grande, Mediana y PYME	18
Tabla 2. Accidentalidad y días de incapacidad por Clasificación de Empresa en Grande, Mediana y PYME	18
Tabla 3. Distancias para guardas	25

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Gráfica de Pareto de parte del cuerpo	19
Figuras 2 y 3. Ejemplos de situaciones donde es relevante el uso de una guarda de aislamiento fija en el mecanismo de transmisión presente	22
Figuras 4 y 5. Guarda móvil junto con enclavamiento de un interruptor	23
Figura 6. Guarda regulable	23
Figura 7. Intervención con máquina en movimiento	24
Figura 8. DS para impedir alcance mano- brazos	25
Figura 9. DS para impedir alcance extremidades superiores (dedos)	26
Figura 10. DS para impedir alcance mano-brazos	27
Figura 11. DS para impedir alcance extremidades Inferiores (pies)	27
Figura 12. Botón pulsador normalizado de Paro de emergencia	29
Figura 13. Bloqueo Eléctrico	30
Figura 14. Bloqueo hidráulico	31
Figura 15. Válvulas de Bloqueo	31
Figura 16. Jerarquía de control	35
Figura 17. Etapas de diseño	36
Figura 18. Zona de alimentación 1	40
Figura 19. Zona de alimentación 2	41
Figura 20. Zona de salida del producto	41
Figura 21. Sistema de la empacadora Lawton	41
Figura 22. Sistema de la empacadora Lawton por etapas	42
Figura 23. Partes móviles sin protección	44
Figura 24. Zona de salida del producto	44
Figura 25. Ubicación de los mandos	45
Figuras 26 y 27. Ubicación de la mesa de trabajo	47
Figura 28. Despliegue de la función de la calidad Colombiana Tissue S.A.	49

Figura 29. Diseño de guardas fijas	52
Figura 30. Guardas móviles	53
Figura 31. Circuito de conexión para dispositivos de enclavamiento y paro de emergencia	54
Figuras 32 y 33. Guarda móvil en la salida del producto	55
Figura 34. Diseño recomendado para los mandos	56
Figura 35. Reubicación de los mandos	57
Figura 36. Implementación del rediseño de la mesa	58
Figura 37. Espacio de trabajo propuesto	58
Figura 38. Dado de la dobladora	60
Figura 39. Zona de trabajo	60
Figura 40. Sistema de la dobladora por etapas	61
Figura 41. Sistema de la dobladora	61
Figura 42. Partes móviles sin protección	63
Figura 43. Despliegue de la función de la calidad Laminas y cortes Industriales S.A.	65
Figura 44. Implementación de guardas	68
Figura 45. Puertas deslizantes	69
Figura 46. Guarda móvil	69
Figuras 47 y 48. Espaciado entre el dado y las guardas	70
Figuras 49 y 50. Dispositivo con electroimán para trabajar laminas pequeñas	71
Figura 51. Circuito de conexión para sistema de sensores de presencia	72
Figura 52. Proceso de la Troqueladora TR-3 y TR-4.	75
Figura 53. Sistemas de las Troqueladoras	75
Figuras 54 y 55. Troqueladoras del Proceso de Corte y del proceso de Conformado en funcionamiento	76
Figura 56. Troqueladora TR-3	76
Figura 57. Puntos a trabajar en la Troqueladora TR-3	78
Figuras 58 y 59. Partes móviles sin protección	79

Figuras 60 y 61. Parte móvil del Proceso de corte sin dispositivos de protección en la Troqueladora TR-3	79
Figuras 62 y 63. Parte móvil del Proceso de Conformado sin dispositivos de protección en la Troqueladora TR-4	80
Figuras 64 y 65. Mandos	80
Figuras 66 y 67. No bloqueo de Accionamiento de la Máquina	81
Figuras 68, 69 y 70. Entorno Ambiental	82
Figura 71. Pictogramas para la señalización	82
Figura 72. Uso de los EPP: Protección auditiva, gafas y botas	83
Figura 73. Riesgo Ergonómico	83
Figura 74. Despliegue de la función de la calidad Troqueladora	84
Figura 75. Guarda trasera (interna) implementada	87
Figura 76. Pinzas con malla (vista general, lateral y superior)	88
Figura 77. Pinzas con malla en la troqueladora	89
Figura 78. Operario usando las pinzas como solución para no acercar las manos en el troquel durante el accionamiento de la máquina	89
Figura 79. Reemplazo del pedal de accionamiento por accionamiento de Doble Botonera	91
Figura 80. Mando con letreros implementados	91
Figura 81. Pedal con cubierta externa implementada	92
Figura 82. Paro de Emergencia	93
Figura 83. Implementación de tapa con candado sobre los mandos	93
Figura 84. Circuito electrónico de adaptación del paro de emergencia	94
Figura 85. Circuito electrónico de adaptación de doble botonera	95
Figura 86. Sistema de la Tejedora	97
Figura 87. Proceso de la Tejedora TKH-2	.98
Figuras 88 y 89. Tejedora TKH-2 en funcionamiento	.98
Figura 90, 91 y 92. Puntos a trabajar en la Tejedora TKH-2	100
Figura 93. Guarda incompleta y Zona donde se necesita guarda	101
Figura 94. Zonas donde no se tiene provisto de ningún tipo de guarda, parte	

lateral izquierdo de la Tejedora	101
Figuras 95, 96 y 97. Zonas donde no se tiene provisto de ningún tipo de guarda,	
parte lateral derecho de la Tejedora	102
Figura 98. Mandos	103
Figura 99. Tablero auxiliar sin bloqueo eléctrico	103
Figura 100. Tablero General sin bloqueo eléctrico	104
Figura 101. Iluminación Natural y Artificial en el establecimiento	104
Figura 102. Delimitación en el establecimiento	105
Figura 103. Entorno de las máquinas se encuentra limpio	105
Figura 104. Objetos alrededor de la máquina pero no provoca obstáculo alguno	
para una persona	106
Figura 105. Objetos no necesarios en la máquina	106
Figura 106. Pictogramas para la señalización	107
Figura 107.Despliegue de la función de la calidad Tejedora	109
Figura 108. Guarda incompleta e implementación de una guarda completa	111
Figura 109. Guardas fijas estructurales con guardas móviles aplicadas sobre toda	
la máquina	112
Figura 110. Identificación en los Mandos	113
Figura 111. Circuito de conexión para dispositivos de enclavamiento y paro de	
emergencia Tejedora	114

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Protocolo Empacadora Lawton	119
Anexo B. Reporte de accidentalidad Colombiana Tissue	122
Anexo C. Evaluación de riesgos Empacadora Lawton	125
Anexo D. Protocolo Dobladora	126
Anexo E. Reporte de accidentalidad Láminas y Cortes Industriales S.A.	129
Anexo F. Evaluación de riesgos Dobladora	133
Anexo G. Protocolo Troqueladora	134
Anexo H. Reporte de accidentalidad Ingeniería y Filtración	137
Anexo I. Evaluación de riesgos Troqueladora	141
Anexo J. Protocolo Tejedora	142
Anexo K. Evaluación de riesgos Tejedora	146

GLOSARIO

CONTACTOS DE APERTURA DIRECTA: Contactos normalmente cerrados que se mueven directamente por el eje de funcionamiento. Estos son contactos de cierre y apertura lentos y tienen una vida útil más corta que los contactos de acción rápida debido a tiempos de arqueo más largos. Por lo general, éstos deberán usarse sólo donde el movimiento del accionador debe romper los contactos soldados.

DOBLADORA: máquina usada para realizar un pliegue o doblez a una lámina metálica, esta se encuentra compuesta de un dado, el cual posee la forma del pliegue a realizar sobre la lámina y un punzón, el cual se encarga de aplicar presión sobre esta y así, dar la forma deseada dicha lámina.

ENCLAVAMIENTO: un enclavamiento eléctrico es un dispositivo que controla la condición de estado de cierto mecanismo para habilitar o no un accionamiento, comúnmente utilizando solenoides electromagnéticos estimulados por señales de tensión. Esto es común en equipos en donde se desee lograr una condición de seguridad para su accionamiento, como, por ejemplo, el cierre de un interruptor tensionado de un lado del circuito.

GUARDA DE SEGURIDAD: las guardas de Seguridad en los equipos y maquinarias son necesarias para proteger a los trabajadores de lesiones innecesarias y prevenibles.

RIESGO MECANICO: se denomina riesgo mecánico al conjunto de factores físicos que pueden dar lugar a una lesión por la acción mecánica de elementos de máquinas, herramientas, piezas a trabajar o materiales proyectados, sólidos o fluidos.

TROQUELADORA: máquina utilizada para realizar agujeros en chapas de metal, láminas de plástico, papel o cartón, constituida por un troquel que tiene la forma y dimensiones del agujero que se quiera realizar, y la matriz de corte por donde se inserta el troquel cuando es impulsado de forma enérgica por la potencia que le proporciona la prensa mediante un accionamiento de excéntrica que tiene y que proporciona un golpe seco y contundente sobre la chapa, produciendo un corte limpio de la misma.

RESUMEN

Este Proyecto se realizó por medio de Colmena vida y riesgos profesionales, se trabajó en 3 compañías afiliadas a esta ARP, en las cuales el principal objetivo era la identificación de las maquinas que representan el mayor riesgo mecánico, para su posterior evaluación e intervención.

Inicialmente se debió realizar un reconocimiento de cada una de las plantas de producción en estas 3 compañías, mediante este, se identificaron las maquinas que representan la mayor fuente de riesgo mecánico en ellas.

Luego de la identificación de las mayores fuentes de riesgo mecánico, se procede con la aplicación de un protocolo de inspección, a partir del cual se realiza un diagnóstico del estado de la máquina y una evaluación del riesgo que esta representa.

Finalmente, luego de obtener las principales fuentes y la evaluación de los riesgos que estas representan, se procede a intervenir dichos riesgos y a diseñar alternativas de solución que disminuyan la interacción por parte de los operarios con estos y de esa forma mejorar las condiciones de seguridad, disminuyendo la accidentalidad en las compañías.

INTRODUCCIÓN

Un riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un evento, que pueda causar daño en la salud de una persona y/o en los procesos de producción de una industria, cuando no existen o fallan los mecanismos de control.

Los accidentes en el trabajo con máquinas pueden ser por contacto o atrapamiento en partes móviles y por golpes con elementos de la máquina o con objetos despedidos durante el funcionamiento de la misma, de aquí que las lesiones sean, principalmente, por alguno de estos motivos: aplastamiento, cizallamiento, corte o seccionamiento, arrastre, impacto, funcionamiento, fricción o abrasión y proyección de materiales.

En cualquier proceso de producción que implique el uso de maquinaria se generan riesgos mecánicos al personal, por lo cual es de vital importancia propender por eliminar la probabilidad de ocurrencia de estos y de esta forma asegurar la salud e integridad del personal de las industrias.

La ejecución de este proyecto inicia con el planteamiento de los objetivos con los que busca solucionar la problemática planteada basada por los antecedentes brindados por la empresa Colmena. A partir de estos, se organiza una metodología a seguir para el desarrollo del proyecto, que comienza desde la identificación de las máquinas y finaliza con la muestra de las alternativas de solución.

El desarrollo del proyecto inicia con la identificación de las respectivas máquinas a trabajar en cada una de las empresas afiliadas a Colmena que se encuentran en este momento con un alto grado de riesgo mecánico. Al identificar las máquinas, se prosigue a la identificación de las necesidades de los operarios y de la empresa; para ello se realizan actividades como Entrevistas a los operarios, información de la accidentalidad en las empresas, evaluación de riesgos y diagnóstico de cada máquina. Posteriormente comienza la etapa de generación, prueba y selección de conceptos que se basan en el análisis obtenido en la identificación de necesidades y se general las ideas de solución. Finalizando el desarrollo del proyecto está la etapa de diseño a Nivel de Sistema donde se muestra cada uno de los diseños y alternativas de solución que fueron elegidas como las más viables siguiendo principalmente que cumplan Normas de Seguridad y que logren aislar el riesgo mecánico de los operarios.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En nuestro país, uno de cada cinco accidentes de trabajo está relacionado con máquinas o con el uso de herramientas.

En muchas ocasiones las personas que trabajan, sufren lesiones y mutilaciones en su cuerpo e incluso llegan a perder la vida a causa de las interacciones de trabajo con sus máquinas o equipos. Se estima que un 75% de los accidentes con máquinas se evitarían con resguardos de seguridad siendo estos una de las formas de control del riesgo.

A menudo los elementos de seguridad existen pero están mal diseñados, fabricados con materiales inadecuados o no se someten a las necesarias inspecciones y controles periódicos. Otras veces dificultan la realización del trabajo e incluso constituyen un riesgo en sí mismos.

La empresa aseguradora Colmena Vida y Riesgos Profesionales, a partir de un estudio realizado respecto al perfil de accidentalidad de las empresas de Cali y su área de influencia y, tomando una muestra de 36 empresas a criterio de los directores integrales, encontró que el 78% de los accidentes es por el factor de riesgo mecánico principalmente por atrapamiento.

Este riesgo se debe a la interacción del hombre con las partes y/o piezas móviles de máquinas, es decir, por elementos de rotación aislados, traslación, puntos de atrapamiento; también por materiales y herramientas utilizadas y elementos en proyección.

Por lo anterior Colmena vida y riesgos profesionales, en convenio con la Universidad Autónoma de Occidente y esta con un estudiantes de Ingeniería Mecatrónica y de Electrónica en la figura de pasantía y con la dirección técnica y acompañamiento de consultoría de la misma, desarrollará el proyecto para las inspecciones, diagnósticos, recomendaciones y soluciones de diseño a nivel de sistema a un grupo de cuatro empresas catalogadas entre las más accidentadas. Con el objetivo de detectar, identificar, evaluar y eliminar y/o prevenir el riesgo mecánico por atrapamiento, para minimizar así la accidentalidad por este concepto, asegurando la integridad física del personal en primera instancia y luego los equipos.

2. ANTECEDENTES

Como antecedente para el Proyecto, se tomó como referencia el perfil de la Accidentalidad de las Empresas que a criterio de los diferentes directores Integrales de servicio consideraron que tienen presente el riesgo mecánico y que bien sea de por la Accidentalidad presentada o Identificada a través de los DERE (Diagnóstico Estratégico de Riesgos en la Empresa), este riesgo marca estas empresas como críticas y de intervención a corto plazo¹.

Tabla 1. Accidentalidad por Clasificación de Empresa en Grande, Mediana y PYME.

	EMPRESAS		ACCIDENTES	
GRAN EMPRESA	5	14%	20	4%
MEDIANA	22	61%	430	78%
PYME	9	25%	102	18%

Fuente: Información obtenida de los últimos tres años en la regional occidente 2007, 2008 y 2009 del sistema de información SENDA GCP Colmena vida y riesgos profesionales.

Tabla 2. Accidentalidad y días de incapacidad por Clasificación de Empresa en Grande, Mediana y PYME.

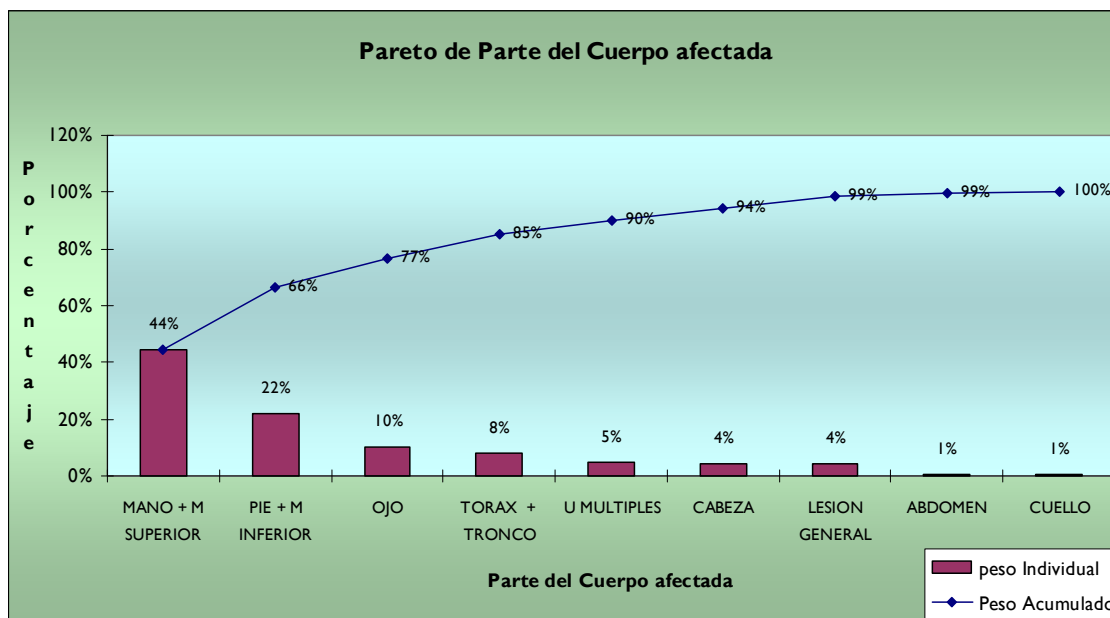
	ACCIDENTES INCAPACITANTES		DIAS INCAPACIDAD	
GRAN EMPRESA	2	1%	7	0%
MEDIANA	163	75%	2892	79%
PYME	53	24%	778	21%

Fuente: Información obtenida de los últimos tres años en la regional occidente 2007, 2008 y 2009 del sistema de información SENDA GCP Colmena vida y riesgos profesionales.

Se adjunta a la Accidentalidad precedente, las partes del cuerpo más afectadas por las mismas.

¹AGUILAR JIMENEZ, Luis Felipe. Proyecto prevención de accidentes en las empresas con presencia de riesgo mecánico más representativas de la ciudad de Cali y su área de influencia afiliadas a Colmena Vida y Riesgos Profesionales. 2010. p. 3.

Figura 1. Gráfica de Pareto de parte del cuerpo.



Fuente: Información obtenida de los últimos tres años en la regional occidente 2007, 2008 y 2009 del sistema de información SENDA GCP Colmena vida y riesgos profesionales.

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diagnóstico del factor de riesgo mecánico, recomendaciones y diseño de alternativas de solución a nivel sistema de las máquinas de mayor criticidad en las empresas afiliadas a ARP Colmena – Laminas y cortes Industriales S.A., Colombiana Tissue S.A., Ingeniería y filtración.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocimiento de la máquina y levantamiento de información.
- Identificación y evaluación del riesgo mecánico.
- Diseño de alternativa de solución.
- Elaboración de informe.

4. JUSTIFICACIÓN

Los operarios de las máquinas y demás trabajadores de las industrias, a diario corren riesgos de sufrir accidentes mecánicos, es decir, siempre que se encuentre en ejecución un proceso de producción que involucre maquinaria en movimiento o herramientas, puede ocurrir un evento inesperado que termine vulnerando la integridad del personal.

Debido a que hoy en día la salud ocupacional es uno de los factores más importantes en las industrias, la identificación de riesgos mecánicos para su posterior prevención es un campo que tiene mucho valor actualmente.

Al analizar las Estadísticas de Accidentalidad dentro del programa para el Control de la accidentalidad de Colmena Vida y Riesgos Profesionales, y solo trabajando la fase de Focalización de este programa de las empresas con presencia del Riesgo Mecánico representativo por Riesgo Real (accidentalidad Real presentada) o riesgo Potencial (riesgo definido al calcular el Grado de peligrosidad) en empresas de la Ciudad de Cali y su área de influencia afiliadas a Colmena vida y riesgos profesionales, donde se realizó una clasificación de los Accidentes de Trabajo por tipo de empresa y se encontró un resultado que lleva a realizar intervención en el tipo de empresa Mediana, representando un 78% de los accidentes totales y un 79% del total de los días de incapacidad de la población empresarial estudiada.

Lo descrito en el párrafo, es la base para la construcción del siguiente Proyecto.

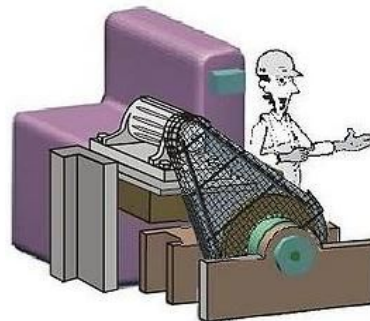
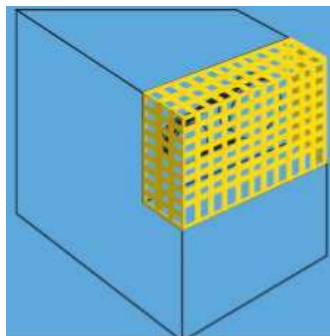
Con la correcta ejecución de este proyecto se logrará contribuir enormemente a la integridad de cada una de las personas que se encuentren trabajando en las industrias a tratar, ya que se disminuirán de forma considerable los riesgos de accidentes mecánicos en estas, que con la colaboración de los trabajadores podrían encaminar a la minimización de la accidentalidad.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. GUARDAS.²

Cuando la evaluación de riesgos muestra que una maquina o proceso tiene la capacidad de causar lesiones personales, la causa de peligro debe eliminarse o contenerse. En las maquinas o fuentes, existen dos tipos de mecanismos asociados con el riesgo mecánico por atrapamiento que son los relacionados con la transmisión de movimiento, a los cuales por ningún motivo debe acceder el operario en el desarrollo del proceso normal de operación, para evitar éste acceso se deben utilizar guardas de tipo fijo.

Figuras 2 y 3. Ejemplos de situaciones donde es relevante el uso de una guarda de aislamiento fija en el mecanismo de transmisión presente.



Fuentes: ROCKWELL AUTOMATION, Principios de Seguridad; CONSTRUMÁTICA, Medidas Preventivas en Máquinas. Seguridad y Salud.

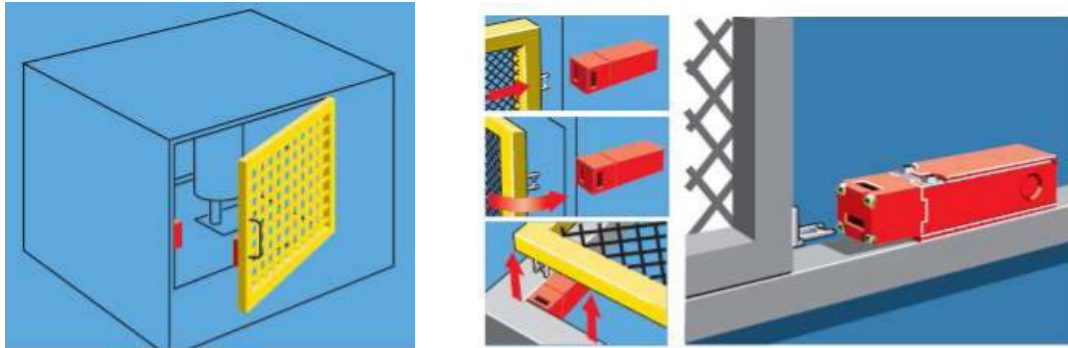
El segundo tipo de mecanismos está relacionado con las partes móviles asociadas al proceso de producción y con las cuales el operario tiene un determinado grado de interacción, en este caso la máquina debe estar provista de guardas móviles, regulables o autorregulables complementadas con dispositivos de seguridad que permitan que la interacción hombre máquina se realice de forma segura.

Dependiendo del grado y características de la interacción del hombre con la maquina será el tipo de guarda para cada caso. Lo generalizado es que cuando el operario vaya a entrar en contacto con la parte de la máquina de proceso, ésta se detenga previamente, para lo cual se requiere la utilización de una guarda móvil provista de los dispositivos de enclavamiento y bloqueo que hacen que la máquina

²SABOGAL ABRIL, Bernardo Roger. Asesoría en Gestión del riesgo mecánico por atrapamiento en máquinas. 2010. p. 3-15.

no pueda funcionar hasta que la guarda no haya sido cerrada, así como la guarda no puede ser abierta hasta que las piezas peligrosas de la máquina se hayan detenido completamente, permitiendo así una intervención con la maquina en forma segura.

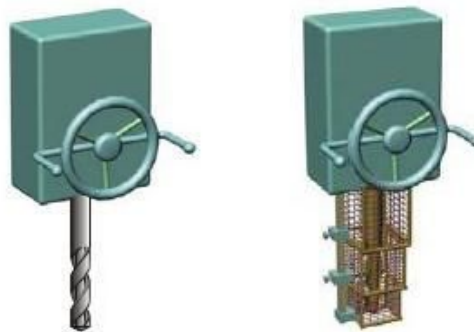
Figuras4 y 5. Guarda móvil junto con enclavamiento de un interruptor.



Fuente: ROCKWELL AUTOMATION, Principios de Seguridad.

Otro caso se da cuando la interacción del hombre con la maquina se da en movimiento porque así lo requiere el proceso, en este caso se utilizara una guarda regulable que se regula en su totalidad o que incorpora una o varias partes regulables que permiten la interacción con las partes en movimiento en forma completamente segura. También en estos casos se puede utilizar una guarda autorregulable o auto ajustable con las cuales el movimiento del objeto o material abre y regresa la guarda automáticamente a su posición de cerrada o normal cuando se termina la operación.

Figura 6. Guarda regulable.

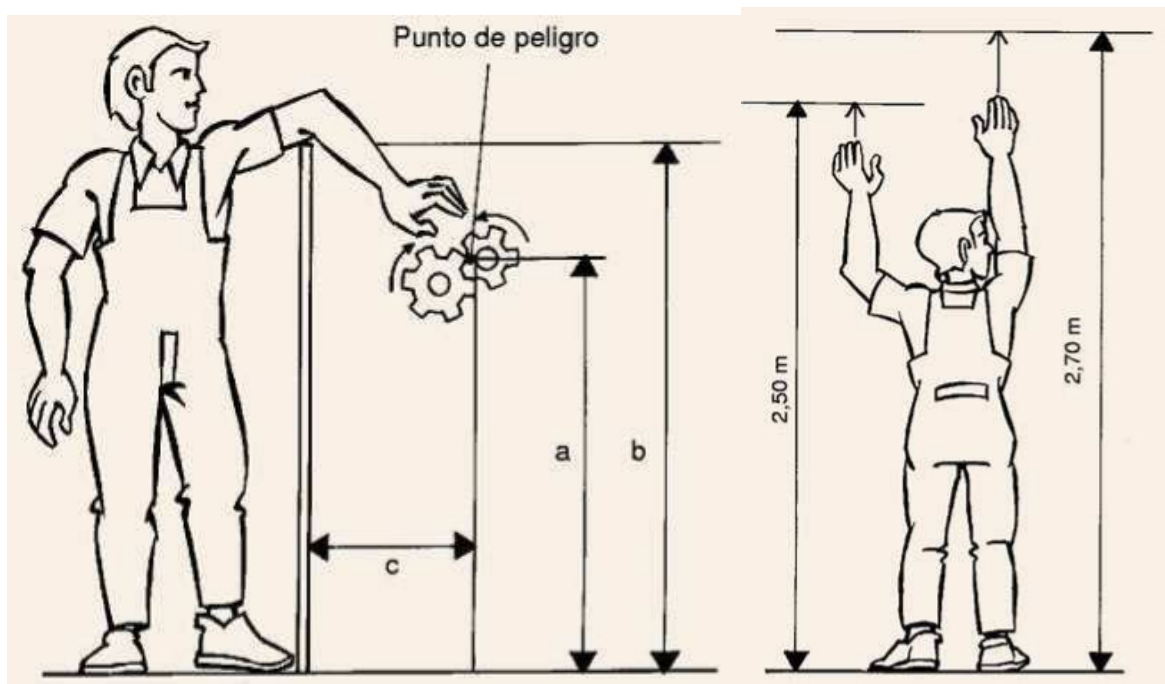


Fuente: CONSTRUMÁTICA, Medidas Preventivas en Máquinas. Seguridad y Salud.

5.1.1. Dimensionamiento de las guardas. Para garantizar la inaccesibilidad a las partes peligrosas de la máquina, los resguardos deben dimensionarse correctamente, es decir, deben asegurar que no se puede acceder al órgano agresivo por encima, por debajo, alrededor, por detrás o a través del mismo cuando permanece correctamente ubicado. El dimensionamiento de los resguardos exige valorar conjunta e integradamente su abertura o posicionamiento y la distancia a la zona de peligro. Debe impedir el alcance hacia arriba o por encima de una estructura de protección; por lo tanto se deben determinar las distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores. Cuando el elemento peligroso está a una determinada altura, inferior a 2,50 - 2,70 m, con respecto al plano de referencia del trabajador se valoran: - Distancia de un punto de peligro al suelo. - Altura del borde del resguardo, - Distancia horizontal desde el punto de peligro al resguardo.

En la figura se aprecia el grado de intervención con máquina en movimiento y la máquina (cortadora) está provista de una guarda regulable que se ajusta de acuerdo a la Necesidad para realizar una operación segura.

Figura 7. Intervención con máquina en movimiento.



Fuente: SIAFA, Protección de máquinas frente a peligros mecánicos: resguardos.

Tabla 3. Distancias para guardas.

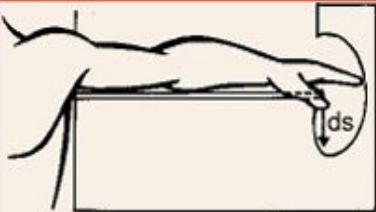
DISTANCIAS DE UN PUNTO DE PELIGRO DESDE EL SUELO a mm	ALTURA DEL BORDE DE LA BARRERA b mm							
	2400	2200	2000	1800	1600	1400	1200	1000
	DISTANCIA HORIZONTAL DESDE EL PUNTO DE PELIGRO c mm							
2400	100	100	100	100	100	100	100	100
2200	-	250	350	400	500	500	600	600
2000	-	-	350	500	600	700	900	1100
1800	-	-	-	600	900	900	1000	1100
1600	-	-	-	500	900	900	1000	1300
1400	-	-	-	100	800	900	1000	1300
1200	-	-	-	-	500	900	1000	1400
1000	-	-	-	-	300	900	1000	1400
800	-	-	-	-	-	600	900	1300
600	-	-	-	-	-	-	500	1200
400	-	-	-	-	-	-	300	1200
200	-	-	-	-	-	-	200	1100
0	-	-	-	-	-	-	200	1100

Fuente: SIAFA, Protección de máquinas frente a peligros mecánicos: resguardos.

5.1.2. Distancias de seguridad (ds) que impidan alcanzar zonas peligrosas con los miembros superiores a través de aberturas regulares.

5.1.2.1. Dimensionamiento de guardas para impedir el alcance alrededor de un obstáculo. En la siguiente figura se determinan las distancias de seguridad (ds) que se deben aplicar para impedir que personas a partir de 14 años alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores a través de una abertura de hasta 120 mm y los efectos que sobre la limitación de movimientos producen medidas supletorias en el diseño de los resguardos cuando en los mismos se deban practicar aberturas.

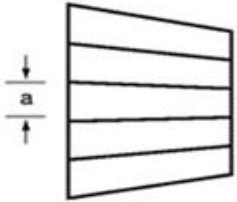
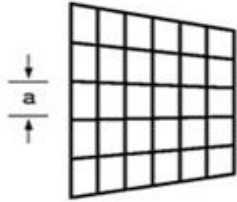
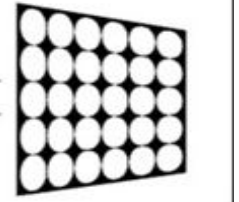
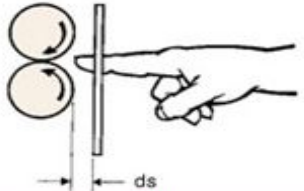
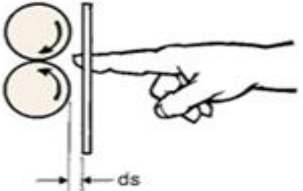
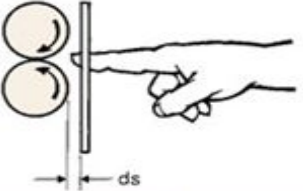
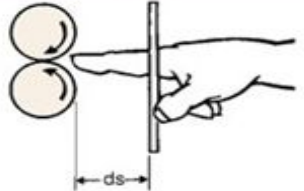
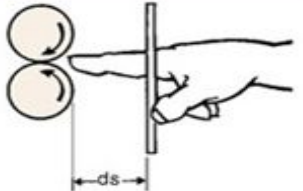
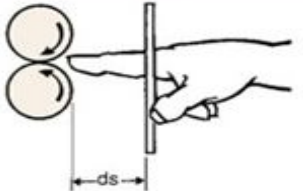
Figura 8. DS para impedir alcance mano- brazos

Parte del brazo	Distancia de seguridad (mm)	
Mano desde la raíz de los dedos a la punta	> 130	

Mano desde la muñeca hasta la punta de los dedos	> 230	
Brazo desde el codo hasta la punta de los dedos	> 550	
Brazo desde la axila a la punta de los dedos	> 850	

Fuente: SIAFA, Protección de máquinas frente a peligros mecánicos: resguardos.

Figura 9. DS para impedir alcance extremidades superiores (dedos)

	RENDIJAS		
	Paralelas	Cuadradas	Circulares
Tamaño de la abertura (mm)			
DISTANCIA DE SEGURIDAD ds (mm)			
PUNTA DEL DEDO (1ª falange) $4 < a \leq 6$	 ≥ 10	 ≥ 5	 ≥ 5
DEDO HASTA LA RAZ $12 < a \leq 20$	 ≥ 120	 ≥ 120	 ≥ 120

Fuente: SIAFA, Protección de máquinas frente a peligros mecánicos: resguardos.

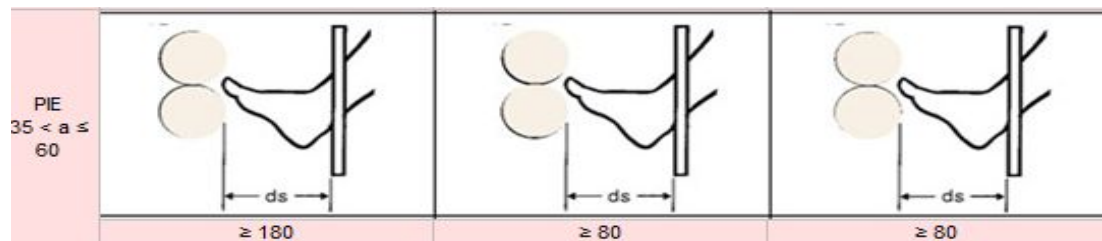
Figura 10. DS para impedir alcance mano-brazos

	RENDIJAS		
	Paralelas	Cuadradas	Circulares
Tamaño de la abertura (mm)			
DISTANCIA DE SEGURIDAD ds (mm)			
MANO HASTA EL PULPEJO $20 < a \leq 30$	 $\geq 850^*$	 ≥ 120	 ≥ 120
BRAZO HASTA LA AXILA $40 < a \leq 120$	 ≥ 850	 ≥ 850	 ≥ 850

Fuente: SIAFA, Protección de máquinas frente a peligros mecánicos: resguardos.

Figura 11. DS para impedir alcance extremidades Inferiores (pies)

	RENDIJAS		
	Paralelas	Cuadradas	Circulares
Tamaño de la abertura (mm)			
DISTANCIA DE SEGURIDAD ds (mm)			
DEDO $15 < a \leq 35$	 ≥ 80	 ≥ 25	 ≥ 25



Fuente: SIAFA, Protección de máquinas frente a peligros mecánicos: resguardos.

5.2. MANDOS

Los órganos de accionamiento o mandos son todos aquellos elementos sobre los que actúa el operador para comunicar las órdenes a la máquina, modificando sus parámetros de funcionamiento, seleccionando sus modos de funcionamiento y de mando o, eventualmente, para recibir informaciones. Se trata, en general, de pulsadores, palancas, pedales, selectores, volantes y, en el caso de algunos equipos de trabajo (por ejemplo máquinas), de teclados y pantallas interactivas (control numérico).

Los órganos de accionamiento deben estar claramente identificados y para ello se deberían utilizar colores y pictogramas normalizados (por ejemplo: 0/I). En su defecto, se puede poner una indicación clara de su función en el idioma nativo donde está en uso la máquina, por ejemplo: marcha/parada; manual/automático; lento/rápido; subir/bajar. A título indicativo los colores preferentes para las funciones principales de una máquina son los siguientes:

- Puesta en marcha/puesta en tensión: BLANCO; en el caso de máquinas antiguas es aceptable el color VERDE.
- Parada/puesta fuera de tensión: NEGRO; en el caso de máquinas antiguas es aceptable el color ROJO.
- Parada de emergencia o iniciación de una función de emergencia: ROJO (sobre fondo AMARILLO, en el caso de un pulsador o de una manilla).
- Supresión de condiciones anormales o restablecimiento de un ciclo automático interrumpido: AMARILLO.
- Rearme: AZUL.

NOTA: Para equipos de trabajo en uso, es aconsejable utilizar colores idénticos para funciones idénticas de los equipos de un mismo taller. Un órgano de accionamiento sólo debe ordenar una función y siempre la misma. Se debe

mostrar claramente la relación entre el órgano seleccionado y las diferentes funciones ordenadas. Los órganos de accionamiento deberán estar situados fuera de las zonas peligrosas, salvo, si fuera necesario, en el caso de determinados órganos de accionamiento, y de forma que su manipulación no pueda ocasionar riesgos adicionales. Estos mandos deben estar dispuestos y protegidos de manera que se impida un accionamiento involuntario por parte del propio operador o de otra persona.

Cuando se activa el dispositivo de paro de emergencia, éste debe engancharse y no debe ser posible generar el comando de paro sin enganche. El restablecimiento del paro de emergencia no debe causar una situación peligrosa. Una acción separada y deliberada debe utilizarse para volver a arrancar la máquina.

Siempre que exista el peligro de que un operador corra algún riesgo con una máquina, deben instalarse facilidades para un acceso rápido a un dispositivo de paro de emergencia. El dispositivo de paro de emergencia debe estar operativo continuamente y fácilmente accesible.

Figura 12. Botón pulsador normalizado de Paro de emergencia.



Fuente: ROCKWELL AUTOMATION, Principios de Seguridad.

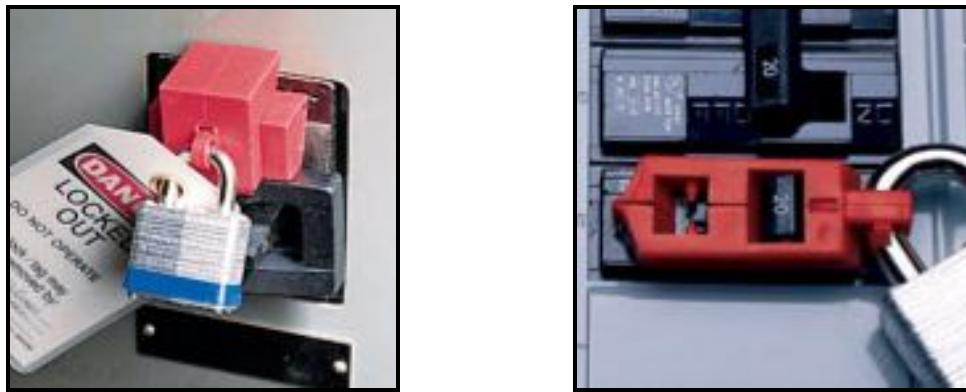
5.3. BLOQUEOS

Para efecto de mantenimiento, reparaciones y/o procedimientos de limpieza, entre otros, normalmente la(s) persona(s) que realiza(n) estas labores interactúan físicamente con los diversos sistemas y mecanismos de la maquinaria. Por lo tanto deben estar protegidos completamente contra cualquier riesgo de accidente.

Específicamente en cuanto riesgos por atrapamiento se recomienda tener siempre presente el bloqueo del flujo de energía eléctrica, hidráulica y neumática para así evitar activar cualquier elemento parte o mecanismo de la maquinaria que este alimentado por este tipo de fuente de energía durante el tiempo de intervención.

A nivel eléctrico se debe bloquear el flujo de energía a la maquina en cuestión desde el interruptor principal que alimenta esa máquina y se debe asegurar el bloqueo con un sistema de candado o sistema similar que impida el accionamiento del interruptor. La llave del candado o del sistema de seguridad debe ser cargada por la persona que realiza el trabajo.

Figura 13. Bloqueo Eléctrico



Fuente: ROCKWELL AUTOMATION, Principios de Seguridad.

Es altamente recomendable acondicionar un candado o cerradura para mayor seguridad en el área de alimentación de la maquinaria (Caja de Breakers), la llave de este solo debe ser cargada por el personal de mantenimiento.

A nivel hidráulico el sistema debe estar provisto con válvulas con bloqueo central en la línea principal de descarga de la bomba hidráulica hacia los elementos a accionar, de tal manera que en reposo no haya posibilidad de flujo hidráulico en los ductos del sistema hidráulico y no se pueda realizar ningún movimiento. Sin embargo se recomienda complementariamente colocar un sistema de bloqueó físico para aquellos sistemas de presión en los cuales las partes de la máquina que tienen movimiento vertical y que forman parte del sistema hidráulico, en un momento dado se pudieran descolgar por su propio peso o el que sostienen.

Figura 14. Bloqueo hidráulico



Fuente: HIDROGARNE, Prensas hidráulicas de 4 columnas para ajuste de moldes y matrices.

A nivel neumático el sistema debe estar provisto con válvulas de bloqueo con candado en la línea neumática de acometida a la máquina, de tal manera que antes de realizar el trabajo de mantenimiento o limpieza se corte el flujo neumático y se asegure con el respectivo candado para eliminar cualquier movimiento de alguna parte accionada por este tipo de energía.

Figura 15. Válvulas de Bloqueo.



Fuente: FIT-RITE SAFETY WEAR INC, lockouts and tagouts

5.4. NORMAS LEGALES Y TÉCNICAS DE REFERENCIA

Respecto al atrapamiento por herramienta, estado y diseño de guardas, mandos, bloqueos y medio ambiente se referencian las normas NTP 325 y la resolución 2400 de 1979 avalado por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Para el proceso de generación de la propuesta se tiene en cuenta las normas OSHA (Occupational Safety and Health Administration) las normas dictadas por la ISO (Organización Internacional de Normalización) y las notas técnicas de prevención.

5.5. ENTORNO AMBIENTAL

Está constituido por las condiciones medioambientales generadoras de agentes contaminantes, que pueden afectar negativamente a la salud de los trabajadores y en consecuencia afectar la efectividad de su trabajo, las más significativas son:

- Exposición a contaminantes químicos.
- Exposición a contaminantes biológicos.
- Ventilación industrial.
- Climatización.
- Ruidos.
- Vibraciones.
- Calor y frío.
- Radiaciones
- Iluminación.

5.6. ASPECTOS GENERALES

Aquí se tienen en cuenta diversos aspectos y elementos fundamentalmente organizacionales que de una u otra manera están vinculados con el desarrollo de los procesos de producción en planta y las condiciones en que estos se realizan, donde el componente seguridad es uno de los componentes fundamentales. Entre estos aspectos se destacan el manual de procesos y procedimientos y el programa de mantenimiento.

5.6.1. Manual de procesos y Procedimientos. Los procesos y procedimientos de gestión, conforman uno de los elementos principales del sistema de control interno, por lo cual deben ser plasmados en manuales prácticos que sirvan como mecanismo de consulta permanente por parte de todos los trabajadores permitiéndoles un mayor desarrollo en la búsqueda del autocontrol, el aseguramiento de la calidad del producto y el desarrollo de los procesos en forma segura.

Un manual de procedimientos es el documento que contiene la descripción clara e inconfundible de los pasos consecutivos para iniciar, desarrollar y concluir una actividad u operación relacionada con el proceso productivo o de servicio, los elementos técnicos a emplear, las condiciones requeridas, los alcances y limitaciones fijadas, el número y características del personal que interviene etc. El manual define además los puestos, estaciones o unidades de trabajo que intervienen, precisando su responsabilidad y forma de participación. Suele contener información y ejemplos de formularios, autorizaciones o documentos necesarios, máquinas o equipo de oficina a utilizar y cualquier otro dato que pueda auxiliar al correcto desarrollo de las actividades dentro de la empresa.

Toda empresa interesada en mejorar su nivel de normalización de las actividades o procesos para conformar un sistema de gestión de la prevención orientado a la eficacia, o sea, lograr una muy baja siniestralidad, unos lugares de trabajos dignos, saludables y una opinión favorable de los trabajadores respecto a las actuaciones desarrolladas, debe desplegar sostenidos esfuerzos en crear las bases de organización necesarias que deje el camino expedito para elaborar sus manuales de procedimientos sobre una sólida base de seguridad, aunque no existe norma específica al respecto que obligue o defina el contenido explícito de estos.

La representación gráfica de procesos, busca mostrar en forma ordenada, dinámica y lógica la secuencia del trabajo, permitiendo conocer y comprender el proceso que se describe a través de los elementos como las actividades, los documentos y las unidades administrativas y cargos que intervienen en el. Para un grupo de trabajo que maneja un proceso de producción en planta con una(s) máquina(s), este manual es de vital importancia, ya que le permite lograr estandarizar la producción, pues se registrará por realizar el proceso de una única forma como está establecido en el manual teniendo en cuenta los requerimientos de materiales, método, maquinaria y de seguridad si están establecidos.

5.6.1.1. Flujograma. Muestra tareas, secuencias de éstas, entradas y salidas para un proceso específico. Con base a esto se realizan los manuales de cada uno de los procedimientos, donde se debe incluir las acciones correctivas, la identificación clara de las personas responsables de cada una de las actividades, y el momento en el que se debe realizar.

5.6.1.2. Ventajas de contar con un manual de procesos y procedimiento. Facilita las labores de auditoría, la evaluación y control interno y su vigilancia, la conciencia en los empleados y en sus jefes de que el trabajo se está realizando o no adecuadamente.

Además de ser la base fundamental para el levantamiento de AROS (Análisis de Riesgo por Oficio), donde se deben incluir las normas de seguridad para el mantenimiento de las máquinas.

5.6.1.3. Programa de mantenimiento. Es una herramienta fundamental hoy en día para el aseguramiento de la calidad de un producto, el costo y tiempo óptimo de producción, complementado con los Análisis de Riesgo por Operación para cada una de las labores de mantenimiento de maquinaria y equipo.

5.6.1.4. Herramientas manuales. Las herramientas manuales son unos utensilios de trabajo utilizados generalmente de forma individual que únicamente requieren para su accionamiento la fuerza motriz humana; su utilización en una infinidad de actividades laborales les da una gran importancia.

5.6.1.5. Diseño ergonómico de la herramienta. Desde un punto de vista ergonómico las herramientas manuales deben cumplir una serie de requisitos básicos para que sean eficaces, a saber:

- Desempeñar con eficacia la función que se pretende de ella.
- Proporcionada a las dimensiones del usuario.
- Apropiaada a la fuerza y resistencia del usuario.
- Reducir al mínimo la fatiga del usuario.

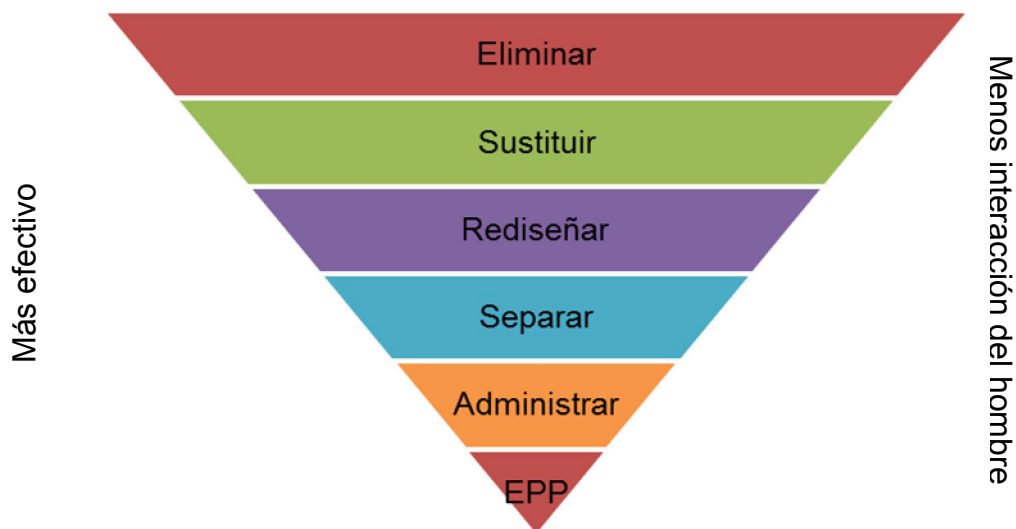
Las pinzas son dispositivos de sujeción; esta es su principal función. Para obtener un determinado efecto, hay que disponer las pinzas de forma que puedan moverse

en las tres dimensiones. Para la industria metalmecánica son muy útiles estas herramientas principalmente en los procesos de plegado para piezas pequeñas.

5.7. JERARQUÍA DE CONTROL

En la intervención sobre el factor de riesgo mecánico se deben tener en cuenta tres pasos fundamentales como son: la identificación de los riesgos, luego la evaluación de los riesgos, en la cual se incluye la calificación del riesgo y con base de lo anterior se hace el control del riesgo, para lo cual se utiliza la jerarquía de controles que se muestra a continuación, la cual focaliza con que prioridad se debe realizar la intervención.

Figura 16. Jerarquía de control



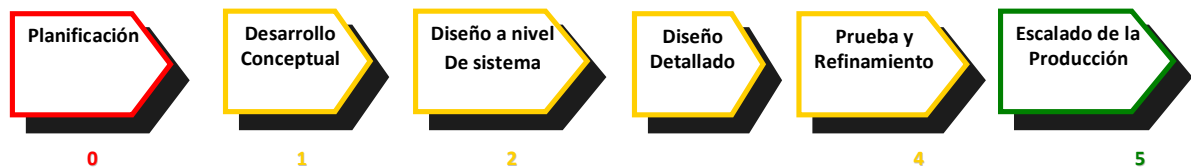
- **Eliminar:** Total eliminación del Peligro (Riesgo).
- **Sustituir:** Reemplazar el material o el proceso por uno menos peligroso.
- **Rediseñar:** Rediseñar el equipo o el procedimiento de trabajo.
- **Separar:** Aislar el peligro con guardas de seguridad o encapsulamiento de este.
- **Administrar:** Proveer controles tales como entrenamientos adecuados, procedimientos, etc.
- **EPP:** Uso y especificación apropiada de EPP (Elementos de Protección Personal).

5.8. PROCESO DE DISEÑO

Actualmente existen varias metodologías de diseño; definir cuál es la mejor no es tarea fácil, es más importante analizar el como la metodología tratada interactúa con el entorno de la situación problema en procura de lograr una solución integral. Es así como el proceso de diseño estructurado y concurrente actualmente es muy utilizado y forma parte del proceso de desarrollo de productos por grandes compañías líderes a nivel mundial.

El proceso de desarrollo de productos consta de 6 fases:

Figura 17. Etapas de diseño.



Fuente: ULRICH, Diseño y Desarrollo de Productos³.

Tomando como base este proceso se puede aplicar la metodología hasta la fase de diseño a nivel sistema para plantear las alternativas de solución generadas con relación a los requerimientos de sistemas de seguridad respecto a los riesgos mecánicos. Estas soluciones planteadas hasta este nivel, permiten plantear a la gerencia de las compañías unas soluciones generales que le muestran los elementos básicos a utilizar, la forma de la solución, el posible tipo de material a utilizar y un costo aproximado de la misma para poder así tomar una decisión o plantear una mejora o redirección a la solución definida. Si la solución planteada es aprobada se podrá dar continuidad al proceso de diseño.

³ ULRICH, KARL T. Diseño y desarrollo de productos. 3 ed. McGraw-Hill, 2004.

6. METODOLOGÍA

El principal objetivo de este proyecto es realizar un diagnóstico de los diferentes tipos de riesgos mecánicos que se presentan en las plantas de las diferentes empresas afiliadas a Colmena vida y riesgos profesionales, para posteriormente recomendar y diseñar soluciones que ayuden aislar dichos riesgos.

Para el desarrollo de este proyecto, se utiliza las dos primeras etapas del Proceso de Diseño de ULRICH que son: Desarrollo conceptual y Diseño a nivel de sistema.

6.1. ETAPAS DEL PROYECTO

Las siguientes etapas son aplicadas para cada una de las empresas a trabajar:

6.1.1. Presentación de las máquinas seleccionadas. En esta parte se mostrarán las máquinas que se seleccionaron en cada una de las empresas después de realizar unas respectivas visitas. Además, se dará una descripción del funcionamiento y sus posibles partes de operación de cada una de las máquinas con el fin de comprenderlas antes de realizar el proceso de diseño para aislar los riesgos presentes en estas.

6.1.2. Desarrollo conceptual. Primera etapa del Proceso de Diseño de ULRICH. En esta etapa se caracteriza por determinar los requerimientos y/o necesidades que se presenta en cada una de las máquinas de las empresas empezando por los datos o información suministrados por estas, seguido de la aplicación.

6.1.2.1. Identificación de necesidades. En esta parte del proceso, se obtienen los datos primarios como lo son los requerimientos del cliente, los cuales a partir de un análisis deben ser traducidos en necesidades del cliente, es decir, plantear dichos requerimientos de una forma adecuada para el uso y entendimiento de los diseñadores.

6.1.2.1.1. Encuestas y trabajo con los empleados. Debido a que el personal de la empresa es el que se encuentra en contacto directo con la maquinaria y quienes mejor conocen esta, mediante encuestas y trabajo en equipo con ellos se pueden

identificar de manera precisa las mayores fuentes de riesgo y la forma más adecuada de trabajar sobre dichas fuentes.

6.1.2.1.2. Aplicación del protocolo. Con base en un protocolo de inspección basado en la norma NTP 325, se realiza una inspección de las máquinas para que de esa forma se pueda obtener de forma más clara una visión del estado de estas y de que tan alto es el riesgo de accidentalidad en ellas. Ver Anexo A.

6.1.2.1.3. Análisis retrospectivo. Análisis basado en el historial de accidentalidad suministrado por parte de las empresas vinculadas al proyecto, mediante el cual se tiene información acerca de cuáles han sido los accidentes ocurridos, como ocurrieron y la fuente de dicho accidente.

6.1.2.1.4. Diagnóstico. Se presenta con base a la información recolectada anteriormente, un diagnóstico de cada máquina para tener una generalidad de necesidades para trabajar sobre estas en el diseño de soluciones.

6.1.2.1.5. Evaluación de riesgos. En esta parte se debe determinar cuáles son los principales aspectos a intervenir, que situaciones son las que generan un ambiente peligroso, para lo cual se tomará información como que tipos de elementos de seguridad poseen las máquinas y de cuales carece, de qué forma influye el entorno de trabajo en el operario, que tipo de mantenimiento se realiza a las máquinas, además de diferentes aspectos que permitan obtener la información suficiente para dar una clasificación de riesgos.

En esta parte se usará la jerarquía de controles, para determinar la forma adecuada de afrontar el problema y determinar si se debe buscar una eliminación total del riesgo, sustituir equipos o procesos, rediseñar los equipos o procesos, usar resguardos, tomar medidas administrativas o simplemente adoptar un uso adecuado de EPP.

6.1.2.2. Generación de conceptos. Basados en la teoría mostrada en el Marco Teórico (punto 5 de este trabajo) y en las siguientes normas, se plantean grupalmente ideas de solución: NTP 552 Protección de máquinas frente a peligros mecánicos resguardos, NTP 235, NTP 325, OSHA 29 CFR 1910.212, OSHA 29 CFR 1910.147, OSHA 29 CFR 1910.217, ISO/TR 12100-1 & -2 (EN 292-1 & -2), ISO 14121 (EN 1050), UNE-EN 953:1998.

6.1.2.3. Prueba de conceptos. Se realiza una evaluación a cada idea seleccionada para encontrar mejoras a problemas que se pueden aparecer posteriormente.

6.1.2.4. Selección de conceptos. Se evalúan las ideas de solución basados en la Jerarquía de control (Marco Teórico) y se selecciona la idea más viable, buscando lograr que las soluciones sean más efectivas y que no permitan que el hombre interactúe directamente o indirectamente sobre los riesgos presentes en las máquinas.

6.1.3. Diseño a nivel sistema. En esta etapa de diseño se muestran cada una de las soluciones propuestas por el grupo de trabajo para eliminar o aislar los riesgos mecánicos presentes en cada una de las máquinas trabajadas.

6.1.3.1. Plantear las alternativas de solución. Las ideas de solución se muestran tanto textualmente como con imágenes sobre las máquinas a nivel virtual. Las imágenes de las máquinas son generadas mediante el Software Solid Edge.

7. DIAGNÓSTICO Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN POR PLANTA

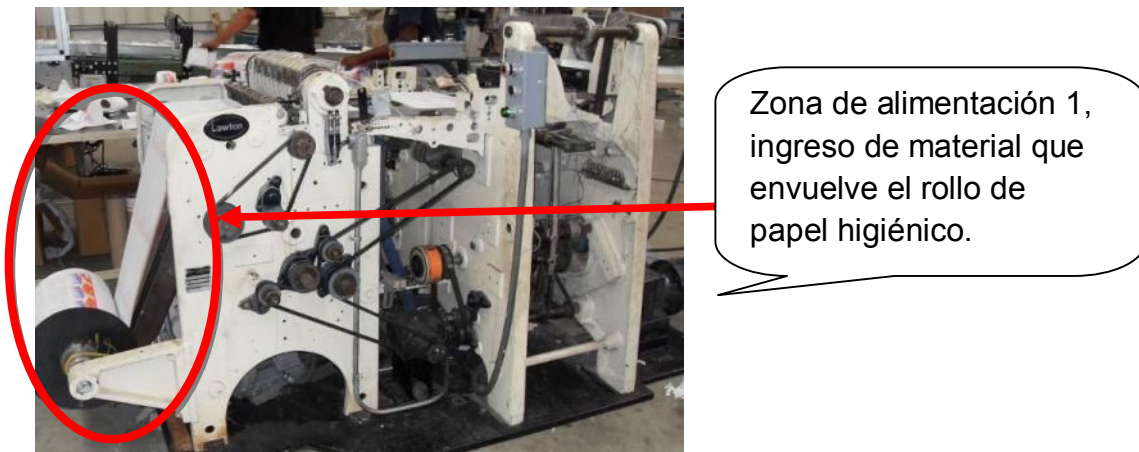
A continuación, se realiza la aplicación de la Metodología planetada anteriormente en cada una de las máquinas por empresa. Se inicia desde la descripción de cada máquina y se termina con las alternativas de solución.

7.1. COLOMBIANA TISSUE S.A.

7.1.1 Presentación de la máquina. La empacadora Lawton ha sido diseñada para el empaque de rollos de papel higiénico, utilizando para ello dos zonas de alimentación:

En la zona de alimentación número 1, se tiene un rollo a través del cual ingresa el material en el que se empacarán los rollos de papel higiénico.

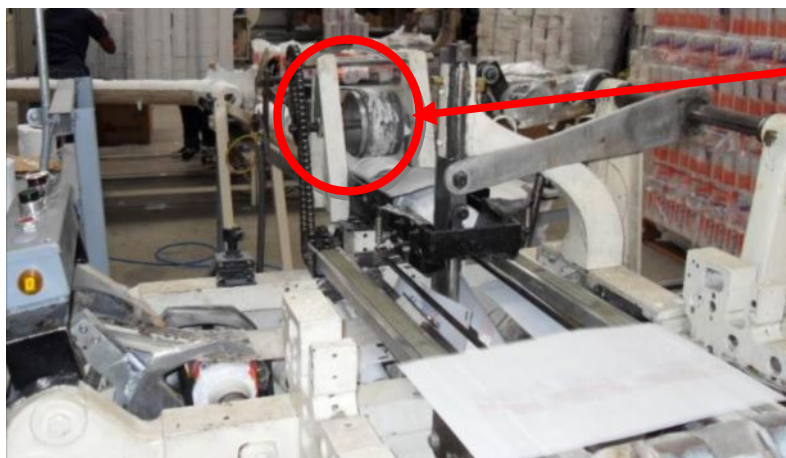
Figura18. Zona de alimentación 1.



Esta máquina se encuentra instalada a continuación de una cortadora, a partir de la cual recibe una fila de rollos separados en la zona de alimentación número 2, esta máquina toma un rollo y en la zona de proceso, envuelve el rollo en el material alimentado en la zona 1.

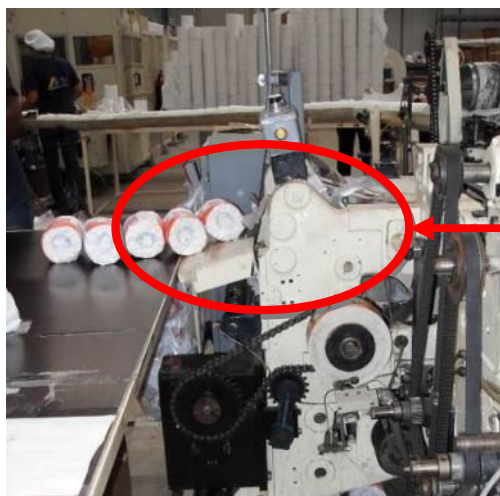
Los rollos son expulsados individualmente a través de la zona de salida para su posterior agrupamiento y empaque.

Figura 19. Zona de alimentación 2.



Zona de alimentación 2, ingreso de rollos de papel higiénico.

Figura 20. Zona de salida del producto.



Zona de salida

Figura 21. Sistema de la empacadora Lawton.



Figura 22. Sistema de la empacadora Lawton por etapas.

(1) AJUSTAR MÁQUINA	(2) ALIMENTACIÓN	(3) EMPACADO	(4) SALIDA DEL PRODUCTO
<p>Asegurar que la maquina no tiene ningún elemento que obstruya la zona de salida del producto, además de configurar parámetros como la velocidad de producción.</p>	<p>Se ubica el rollo que contiene el papel que será usado como empaque en la zona de alimentación 1, se verifica que los rollos de papel higiénico provenientes de la cortadora se encuentren en la zona de alimentación 2.</p>	<p>Se acciona la máquina, la cual en su zona de proceso realiza la tarea de empaque de los rollos de papel higiénico.</p>	<p>Los rollos de papel higiénico empaquetados son expulsados por la zona de salida, para que sea recolectado y agrupado por los operarios.</p>

7.1.2. Desarrollo Conceptual

7.1.2.1. Identificación de necesidades.

7.1.2.1.1. Encuestas y trabajo con los empleados. Mediante encuestas y trabajo con los empleados se logró identificar que existía una maquina la cual aunque no había causado accidentes de gravedad hasta el momento, si había causado atrapamiento de las prendas de vestir de los empleados en diferentes ocasiones, debido a que esta se encontraba desprovista de guardas de seguridad y la mayor parte de sus elementos móviles se encontraban expuestos.

Al realizar las encuestas los empleados expresaron:

- “En algunas ocasiones a los operarios se les ha enredado la ropa en la maquina”.
- “Necesitamos vigilar el proceso para ver que no hay ningún tipo de falla o atascamiento”.
- “Debemos intervenir constantemente en el proceso para acomodar la alimentación de la maquina o desatascarla”.

- “Los tiempos del proceso son muy importantes y no se debe tener ningún tipo de retraso”.
- “Si los operarios se sintieran confiados aumentarían su productividad”.
- “A la máquina se le hace mantenimiento constantemente”.
- “Los operarios tienen que estar pendientes de no enredarse con la máquina, lo que puede generar retrasos en el proceso”.
- “Muchas veces los operarios desatascan la máquina mientras está en funcionamiento”.
- “La mesa de trabajo hace que el operario este muy cerca de los engranes de la maquina”.

7.1.2.1.2. Aplicación del protocolo. Partiendo de la información obtenida por parte de los empleados, se aplicó el protocolo sobre la maquina identificada, el cual se observa en el anexo, obteniendo como resultado que esta representa altos riesgos para el personal, por lo tanto se procede con el diseño de alternativas de solución que permitan eliminar el riesgo mecánico presente en ella.

7.1.2.1.3. Análisis retrospectivo. De acuerdo a los datos suministrados en el Anexo B, se puede observar que no existen reportes de accidentes en la maquina identificada anteriormente, lo cual se debe a que estos no han sido de gravedad, por lo cual no han sido reportados, sin embargo, esta máquina es la fuente potencial que representa mayor riesgo mecánico.

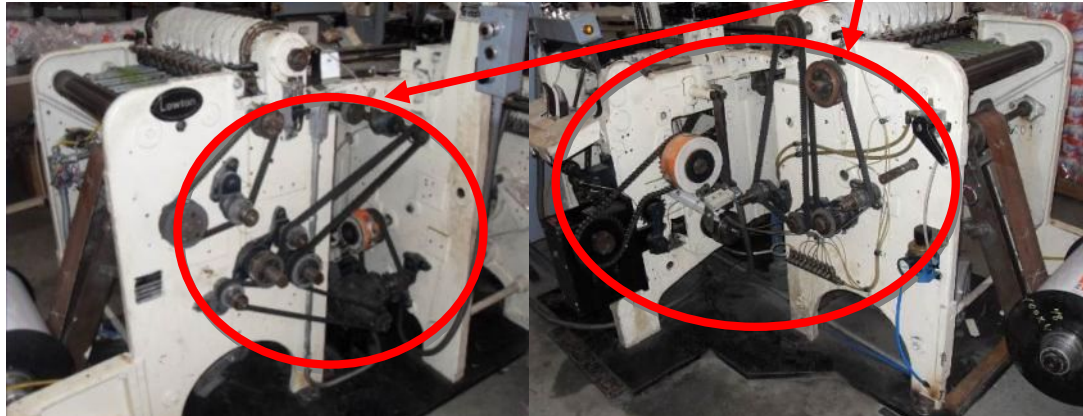
7.1.2.1.4. Diagnóstico.

7.1.2.1.4.1. Guardas.

- La máquina no se encuentra provista de ningún tipo de guarda que evite el acceso del personal a sus partes móviles, generando de esta forma riesgo de atrapamiento. Se han reportado casos de atrapamiento de las prendas de vestir de los trabajadores, lo cual lo convierte en un factor de peligrosidad importante.

Figura 23. Partes móviles sin protección.

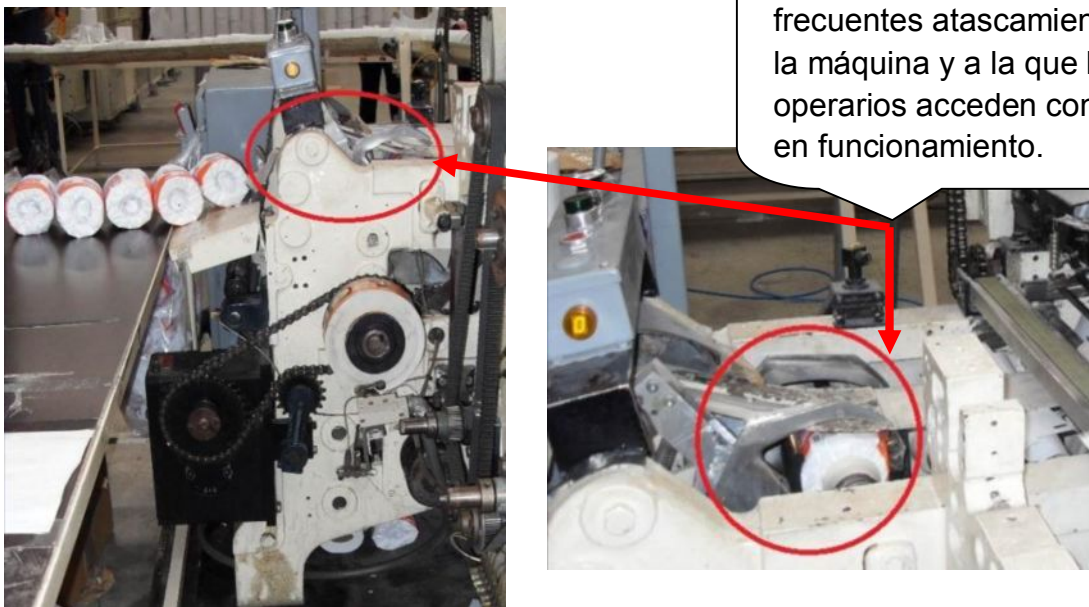
Partes móviles sin ninguna protección, cerca de la zona de operación de los trabajadores.



- En la salida del producto se generan constantemente atascamientos, razón por la cual el operario debe acceder frecuentemente para desatascar la máquina y continuar con la producción. Esta parte carece de guarda, por lo cual se puede acceder a elementos móviles mientras la máquina se encuentra en funcionamiento.

Figura 24. Zona de salida del producto.

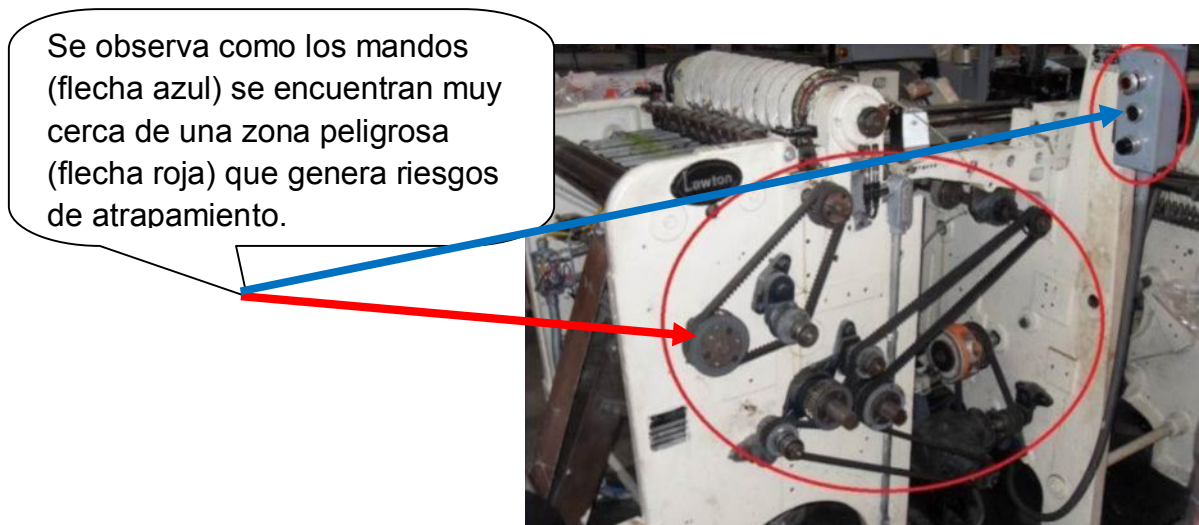
Zona en la que se generan frecuentes atascamientos de la máquina y a la que los operarios acceden con ella en funcionamiento.



7.1.2.1.4.2. Mandos.

- Los mandos no cumplen con las normas, ya que estos no poseen ningún tipo de letrero o pictograma que indique la función de estos, por lo cual se pueden generar fácilmente equivocaciones al momento de operarlos.
- Los mandos no son maniobrables con seguridad y de forma inequívoca, además de que su ubicación no es la adecuada y se pueden generar accionamientos por maniobras no intencionadas.
- Los mandos se encuentran ubicados cerca de una zona peligrosa, donde se tienen correas móviles que pueden generar atrapamientos.

Figura 25. Ubicación de los mandos.



- No existe una alarma acústica previa a la puesta en marcha de la máquina que permita a las personas expuestas disponer de tiempo para abandonar la zona peligrosa.
- El paro de emergencia provoca la parada del proceso peligroso en un tiempo suficientemente corto como para evitar consecuencias graves, este posee retención e implica una maniobra intencionada para su desbloqueo y al ser desbloqueado no se pone de nuevo en marcha la máquina.

- El paro de emergencia no se encuentra debidamente identificado.
- El restablecimiento de la alimentación de energía de la máquina tras una interrupción, no provoca situación alguna de peligro como puesta en marcha intempestiva.

7.1.2.1.4.3. Bloqueos.

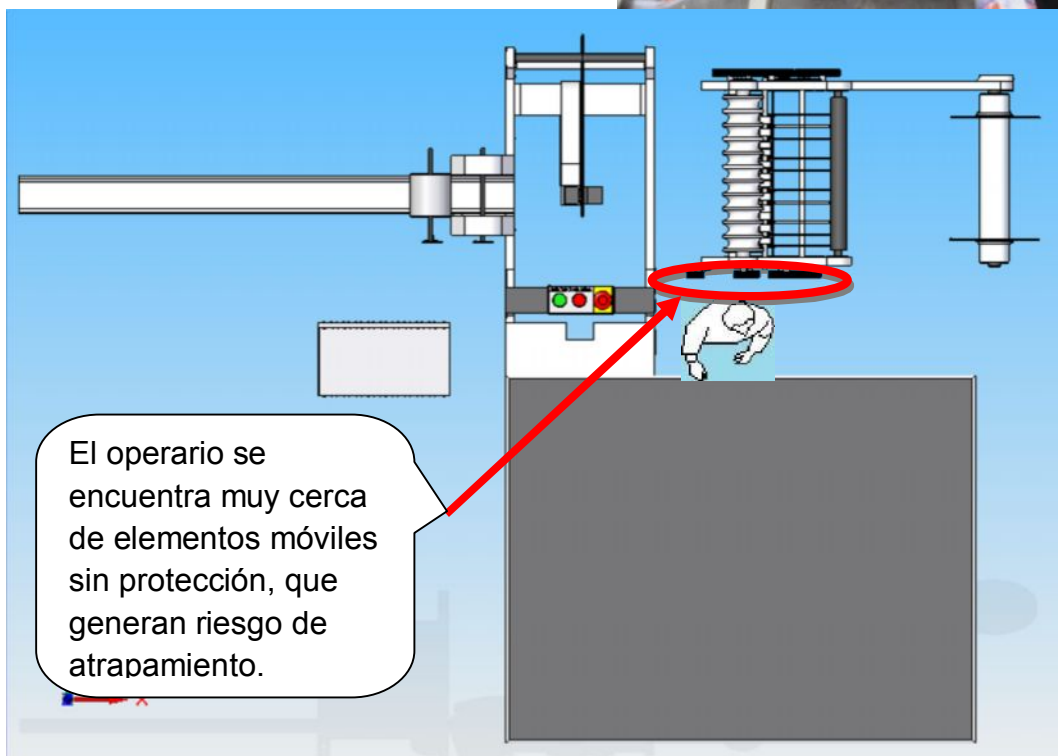
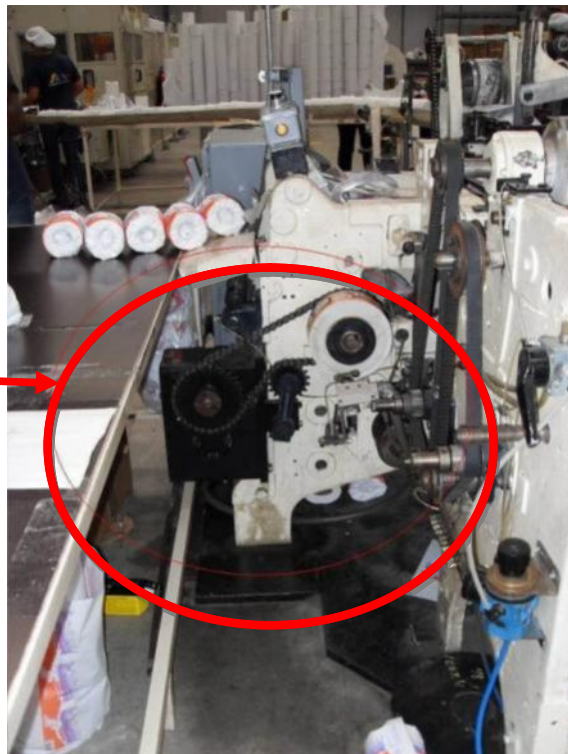
- El equipo posee switch con bloqueo para candado que impide el suministro eléctrico, por lo que las labores de mantenimiento se pueden realizar con un control adecuado de energías peligrosas.

7.1.2.1.4.4. Entorno ambiental.

- Durante el día se presenta buena iluminación natural, que permite una correcta identificación del área y de los elementos de trabajo a utilizar, sin embargo, en las horas de la noche, la iluminación es deficiente y no se logra una correcta identificación de los diferentes detalles de las operaciones de trabajo.
- En el área de trabajo se presentan herramientas que generan desorden, residuos de papel y cables que obstaculizan el paso de los trabajadores.
- Debido a que se piensa reubicar la máquina, el área de operación de la esta no se encuentra claramente delimitada de zonas de almacenamiento o de tránsito.
- Debido a que la zona de empaque se encuentra en una mesa que coincide con la máquina, el personal debe trabajar muy cerca de elementos móviles que generan riesgo de atrapamiento.

Figuras 26 y 27. Ubicación de la mesa de trabajo.

La mesa de trabajo del operario se encuentra muy cerca de elementos móviles sin protección, que generan riesgo de atrapamiento.



El operario se encuentra muy cerca de elementos móviles sin protección, que generan riesgo de atrapamiento.

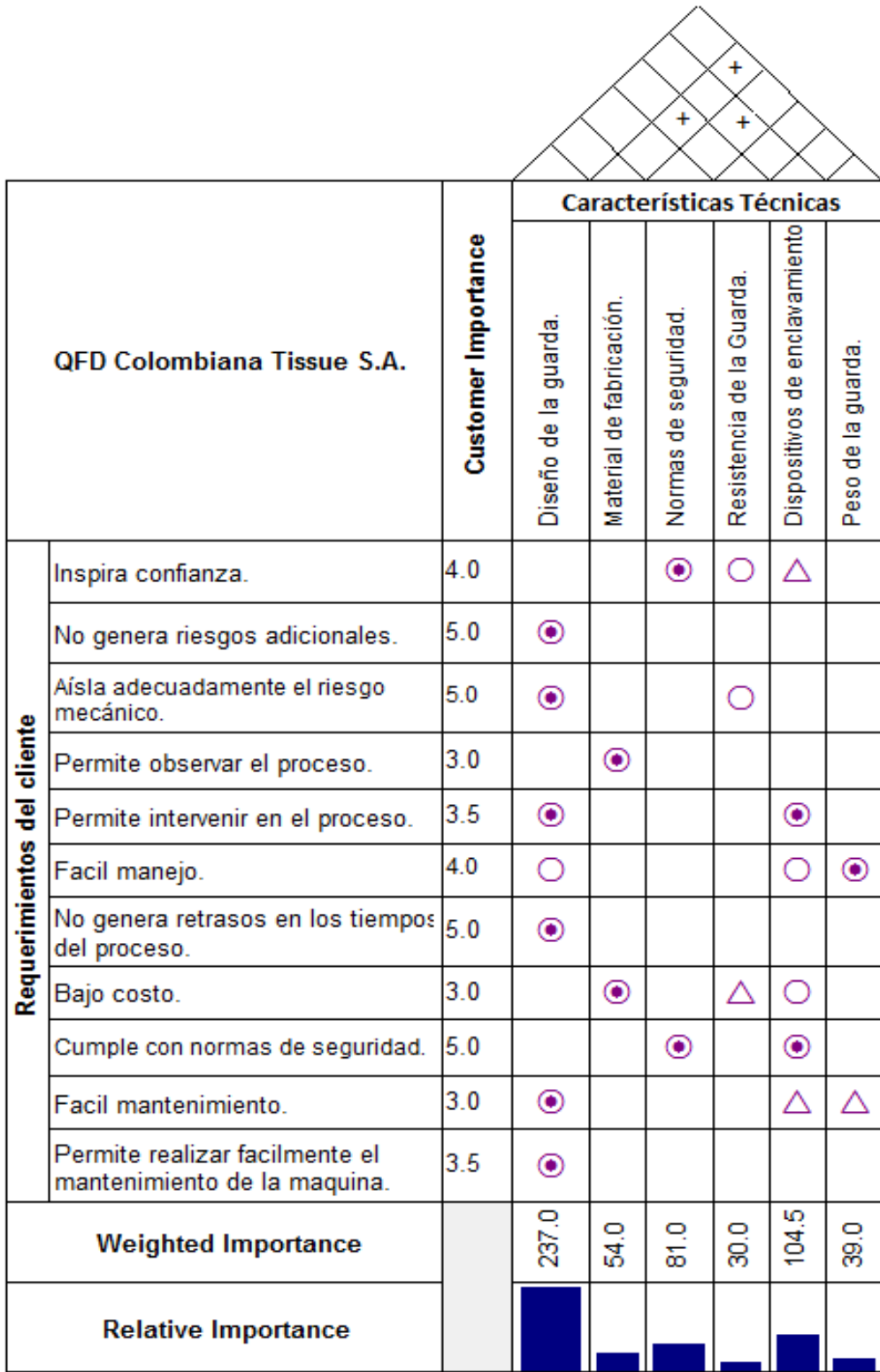
7.1.2.1.4.5. Aspectos generales.

- No existe manual de instrucciones en el que se indiquen los procedimientos y modo de funcionamiento de la máquina al operario.
- No existen pictogramas que muestren los riesgos existentes en la máquina.
- No se tiene establecido un programa de mantenimiento y revisiones periódicas de los elementos clave de seguridad, además de la ausencia de un manual de mantenimiento.
- Se facilitan los medios materiales necesarios para la minimización del riesgo y la realización correcta del trabajo como los elementos de protección personal, pero aún falta la implementación de estos.
- El operario debe trabajar de pie, realizando acciones repetitivas que generan riesgo ergonómico.

7.1.2.1.5. Evaluación de riesgos. Esta se encuentra en el anexo C.

Con base en la anterior identificación de necesidades se realizó el siguiente Despliegue de la función de la calidad:

Figura 28. Despliegue de la función de la calidad Colombiana Tissue S.A.



Con base en el anterior despliegue de la casa de la calidad podemos decir que las características técnicas a las que se les debe prestar mayor atención son el diseño de la guarda y los dispositivos de enclavamiento.

Mediante un buen diseño de la guarda se logra responder a las necesidades del cliente como un buen aislamiento del riesgo, la no generación de riesgos adicionales o retrasos en el proceso, las cuales para el cliente tienen la máxima importancia y logrando satisfacer estas, se podrá considerar el diseño como exitoso, por otro lado, los dispositivos de enclavamiento cumplen también una función vital en los diseños, ya que sin estos se podría violar la seguridad de los resguardos y perderían totalmente su funcionalidad.

7.1.2.2. Generación de conceptos. Debido a los riesgos identificados, los cuales consisten principalmente en partes móviles (sistemas de transmisión) sin protección, en el momento de realizar la intervención de estos, lo más indicado es el uso de resguardos fijos, por lo que se tienen los siguientes conceptos:

- Resguardo fijo particular: Diseñar resguardos para cada elemento del sistema de transmisión que se encuentre expuesto y de esa forma evitar una interacción directa con el riesgo por parte del operario.
- Aislamiento de la máquina: Diseñar guardas fijas que permitan un total aislamiento de la máquina, agregando guardas móviles con dispositivos de enclavamiento sobre estas para que el operario tenga acceso a las partes que necesite intervenir de la máquina.

7.1.2.3. Prueba de conceptos. Al aplicar los conceptos generados sobre la problemática, se pueden obtener las siguientes apreciaciones:

- Para aplicar resguardos fijos particulares se debe invertir más tiempo en el proceso de diseño, ya que se deben buscar soluciones que aislen cada uno de los elementos expuestos.
- El proceso de instalación de los resguardos fijos particulares demanda mayor cantidad de tiempo, además de que es necesario realizar un desmontaje de estos en el momento que se deba intervenir sobre los elementos de transmisión.
- El proceso de diseño para un aislamiento general es sencillo, demandando menor tiempo que los resguardos particulares.

- Luego de su instalación, el aislamiento general permite realizar fácilmente intervenciones sobre la máquina cuando sea necesario, lo cual se logra gracias a las guardas móviles que esta debe presentar, evitando invertir tiempo en el desmontaje y montaje de los resguardos.
- Al aplicar un aislamiento general se deben instalar estructuras más grandes, por lo que se ocupará mayor espacio que en el caso de usar resguardos particulares.

7.1.2.4. Selección de conceptos. Debido a que la maquina posee muchas partes móviles expuestas y a que se realizan mantenimientos periódicamente sobre la máquina, la mejor opción para intervenir esta problemática es el aislamiento general de la máquina, ya que con este se invertirá menos tiempo en el proceso de diseño y se facilitaran las labores de mantenimiento.

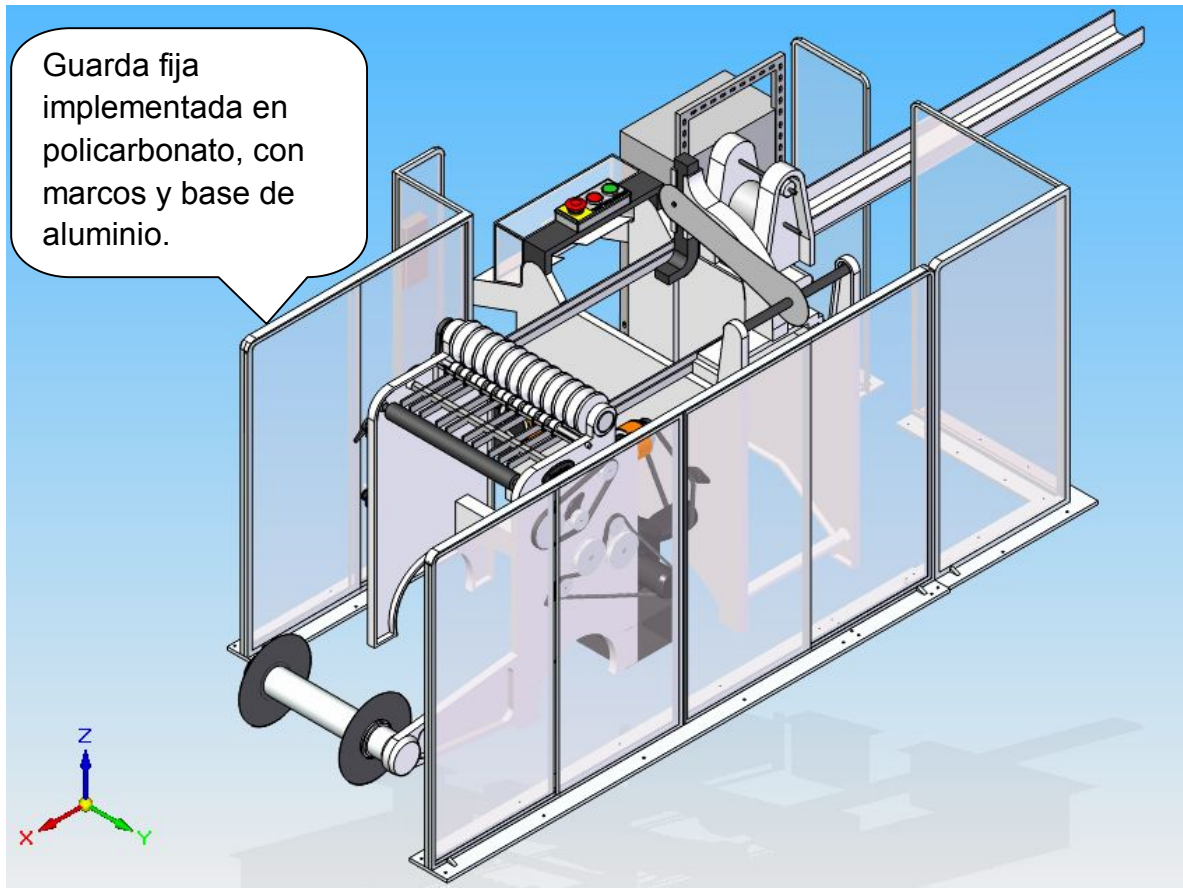
7.1.3. Diseño a nivel sistema.

7.1.3.1. Plantear las alternativas de solución.

7.1.3.1.1. Guardas.

- Implementar guardas fijas en las partes móviles que se encuentran sin protección y que no requieren de un acceso continuo por parte de los operarios, para que de esa forma se elimine el riesgo de atrapamiento que estos implican.

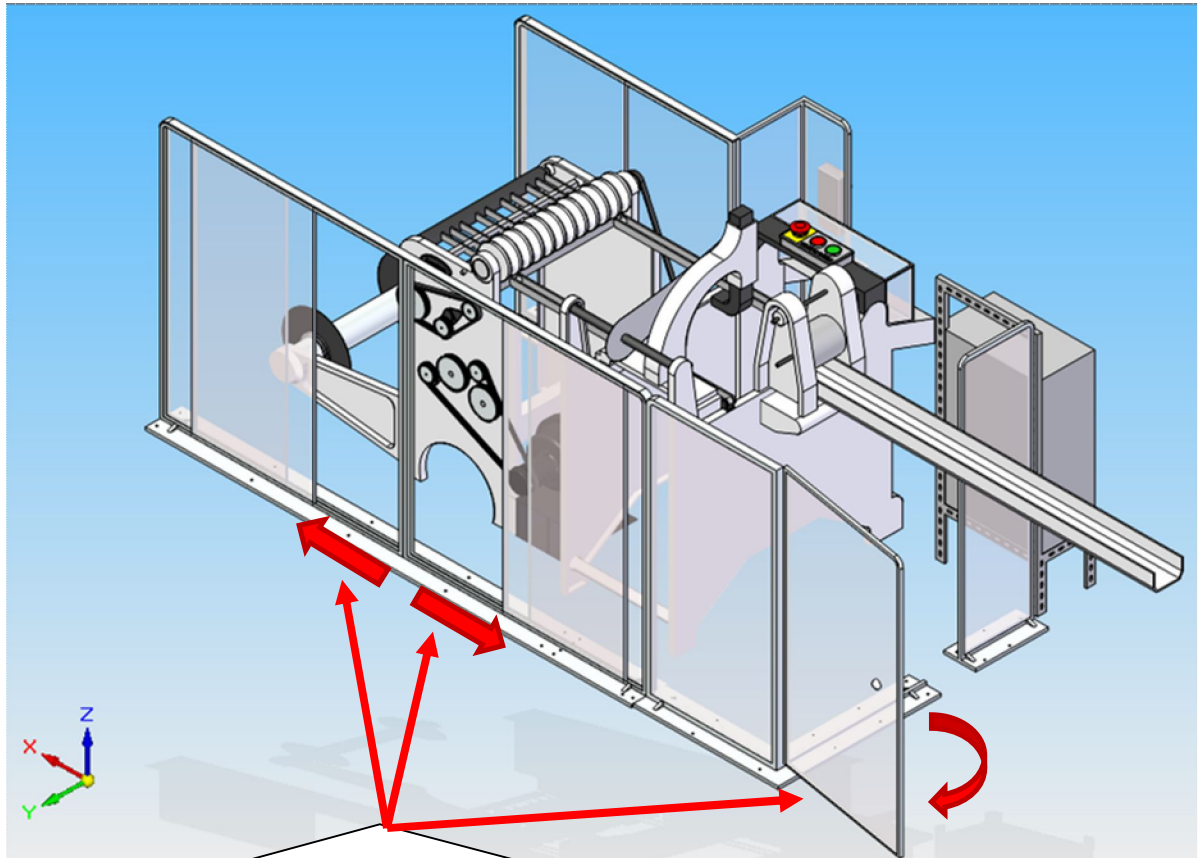
Figura 29. Diseño de guardas fijas.



El diseño de esta guarda permite la protección del personal, evitando atrapamientos por contacto con elementos móviles, ya que estos son aislados totalmente, además estas guardas cuentan con puertas corredizas que permiten el acceso a las partes móviles en caso de que sea necesario realizar algún trabajo de mantenimiento sobre estos.

Las puertas corredizas se encuentran provistas de dispositivos de enclavamiento que detienen el funcionamiento de la máquina en el momento que estas sean abiertas para evitar de esta forma que se pueda acceder a partes móviles mientras la máquina se encuentra en funcionamiento.

Figura 30. Guardas móviles.

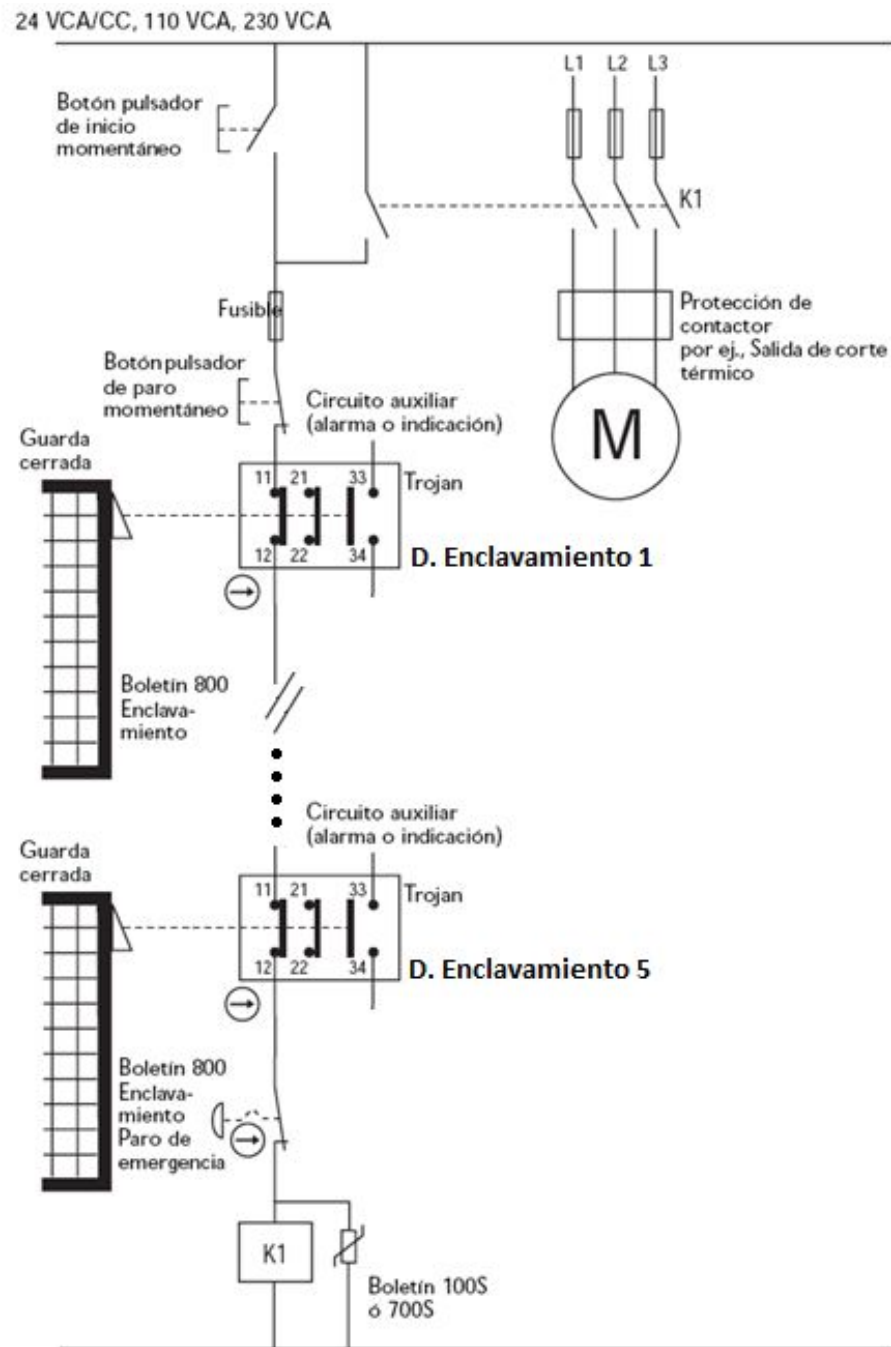


Guardas móviles dotadas de dispositivos de enclavamiento para permitir el acceso a partes móviles de la máquina en caso de que se deba intervenir sobre estos.

- Implementar guarda móvil en la salida del producto, donde el operario debe acceder constantemente para desatascar la máquina.

El circuito básico que muestra la forma de conexión de los dispositivos de enclavamiento se muestra en la siguiente figura:

Figura 31. Circuito de conexión para dispositivos de enclavamiento y paro de emergencia.




Fuente: ROCKWELL AUTOMATION, Aplicaciones que usan dispositivos de seguridad⁴.

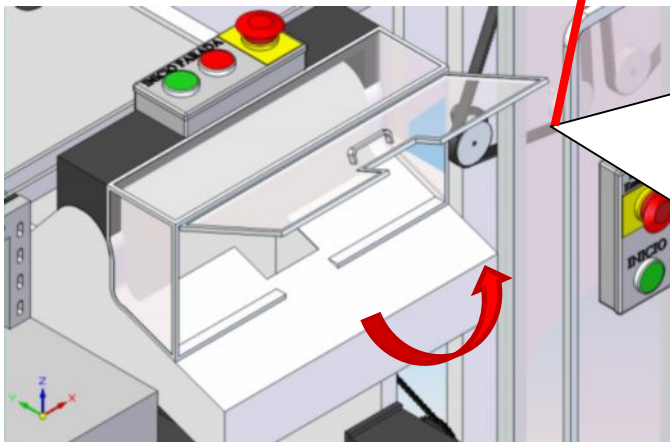
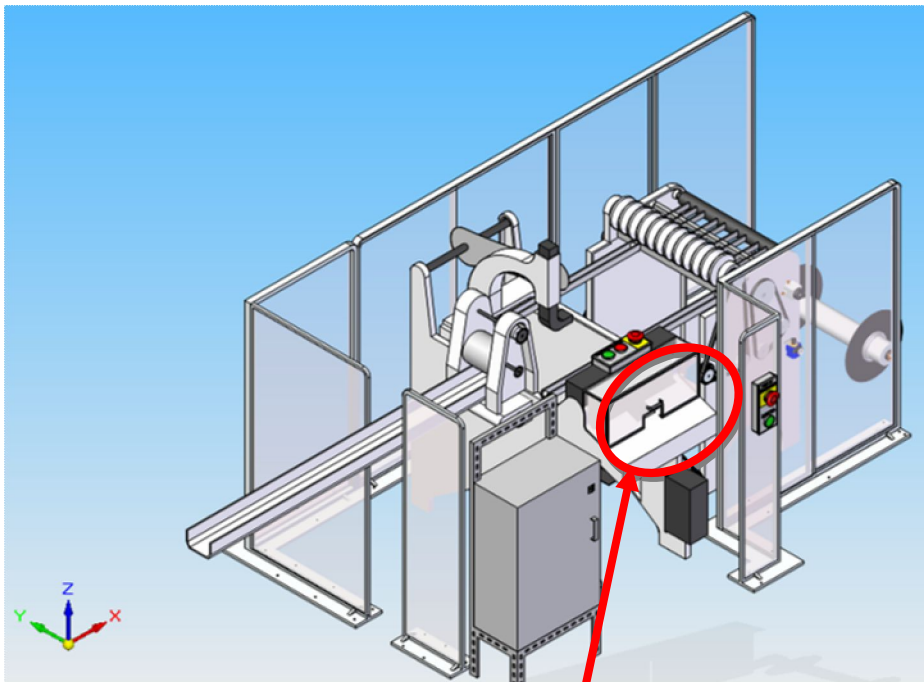
⁴ ROCKWELL AUTOMATION. Diseño y desarrollo de productos. (adaptado para fines del proyecto). [consultado 06 de Junio de 2011]. p. 8. Disponible en internet en:

<http://es.scribd.com/doc/57087892/Aplicaciones-Disposit-de-Seg>

En este circuito se puede observar que cuando la guarda se encuentre cerrada el contactor 11-12, del dispositivo de enclavamiento se encuentra cerrado, dejando pasar de esa forma la alimentación hacia el motor, mientras que cuando esta se abre, dicho contactor también lo hace, aislando la alimentación e impidiendo que el motor que acciona la maquinaria se ponga en marcha, al tener los 5 dispositivos de enclavamiento en serie, la maquina solo podrá ponerse en marcha cuando las 5 guardas se encuentren cerradas.

El símbolo  en el circuito, indica que tanto el dispositivo de enclavamiento como el paro de emergencia cuentan con la operación de apertura directa.

Figuras 32 y 33. Guarda móvil en la salida del producto.



Guarda móvil dotada de un dispositivo de enclavamiento en la salida del producto para evitar que el personal acceda a partes móviles mientras la maquina se encuentra en funcionamiento.

7.1.3.1.2. Mandos.

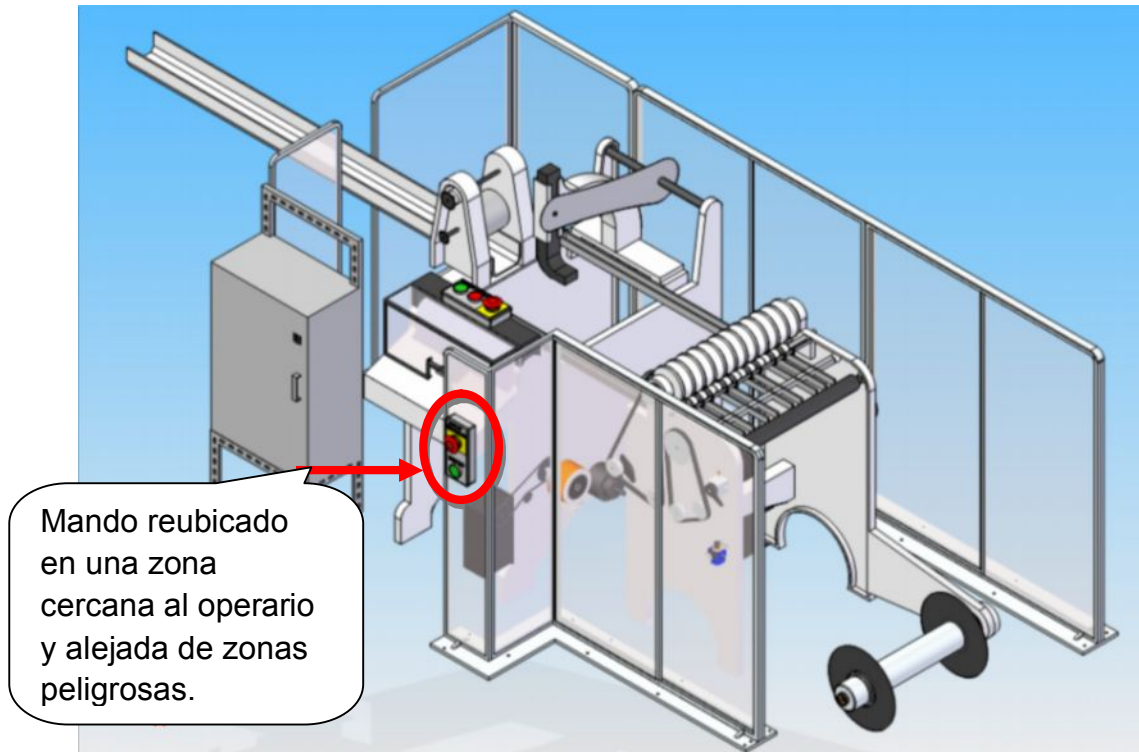
- Implementar paros de emergencia que cumplan con las normas de identificación.
- Implementar mandos que cumplan con las normas de identificación, usando letreros y pictogramas, para que de esa forma se eviten errores en el momento de su operación.

Figura 34. Diseño recomendado para los mandos.



- Reubicar los mandos, de tal forma que no queden cerca de zonas peligrosas, para disminuir riesgos de accidente.

Figura 35. Reubicación de los mandos.



- Implementar una alarma acústica previa a la puesta en marcha de la máquina, para que de esa forma quienes se encuentren cerca de esta tengan el tiempo suficiente para retirarse.

7.1.3.1.3. Entorno Ambiental.

- Tomar mediciones de luminosidad en la noche, para verificar si el nivel se está es el establecido por la norma y en base a esto, tomar los correctivos necesarios.
- Mantener en orden, libre de herramientas y residuos de papel la zona de trabajo.
- Delimitar correctamente el área de operación de la máquina de zonas de almacenamiento o de tránsito.
- Implementar rediseño de la mesa para el empaclado.

Figura 36. Implementación del rediseño de la mesa.

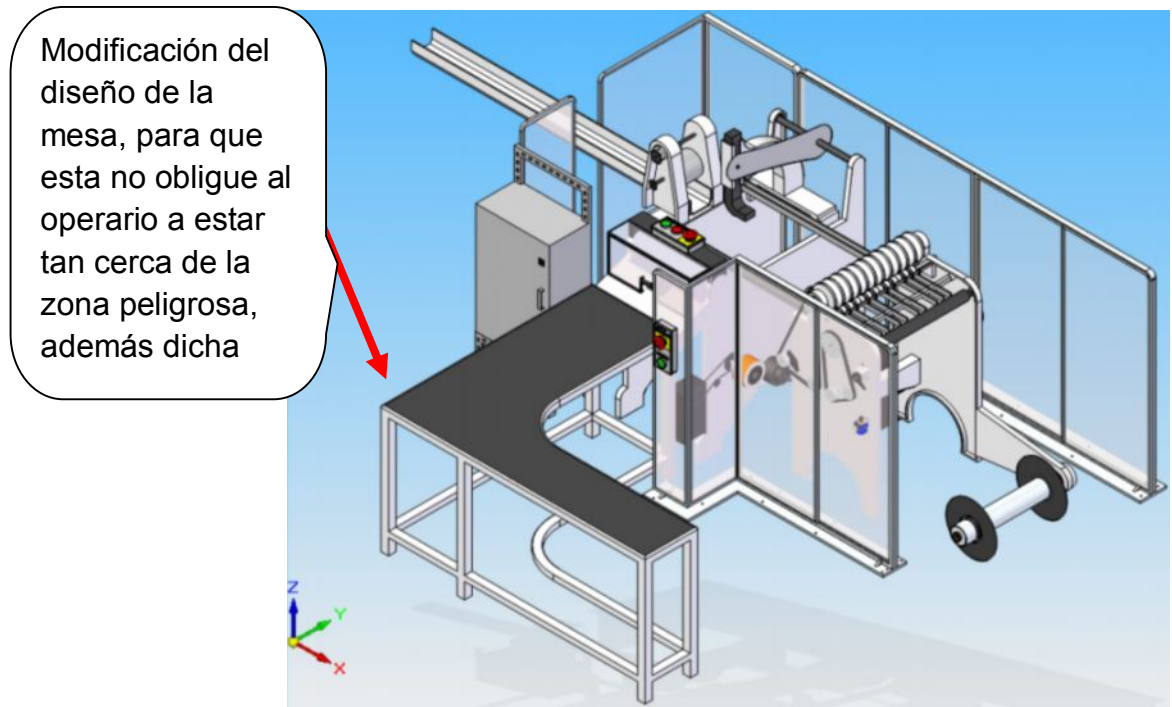
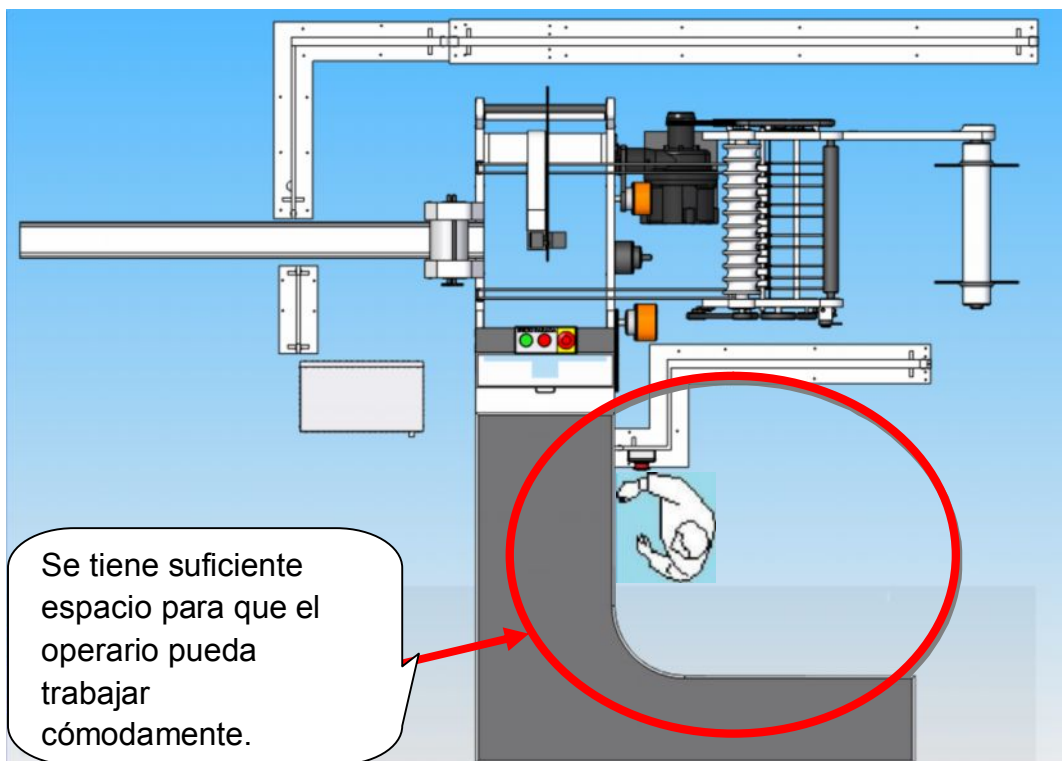


Figura 37. Espacio de trabajo propuesto.



7.1.3.1.4. Aspectos Generales.

- Definir e implementar el manual de mantenimiento para estandarizarlo y con base en esto lograr los Análisis de Riesgos por Operación con el propósito de definir:
 - Como efectuar sin riesgo la alimentación de los procesos.
 - Como efectuar sin riesgo la instalación de los equipos.
 - Como efectuar sin riesgo la puesta en servicio
 - Como efectuar sin riesgo la regulación
 - Como utilizar sin riesgo la maquina
 - Como efectuar sin riesgo el mantenimiento.
- Implementar señalizaciones y pictogramas fácilmente perceptibles y comprensibles que muestren los riesgos existentes en la máquina.
- Establecer un programa de mantenimiento y revisiones periódicas de los elementos clave de seguridad, teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante.
- Ubicar una silla en el puesto de trabajo del operario para que este tenga mayor comodidad en el momento de realizar su trabajo, que junto con el rediseño de la mesa mostrado en la Figura 36 ayuda a eliminar el riesgo ergonómico.

7.2. LÁMINAS Y CORTES INDUSTRIALES S.A.

En la empresa Laminas y cortes industriales la maquina sobre la que se trabajó fue la Dobladora, la cual se consideró como la mayor fuente de riesgo en la planta, luego de un reconocimiento de esta, además de la ayuda de los operarios y otros empleados de la empresa.

7.2.1. Presentación de la máquina. La principal función de esta máquina es doblar o realizar pliegues a láminas metálicas principalmente, para lo cual se usan unos dados, los cuales tienen la forma del doblez que se le desea realizar a la lámina.

Figura 38. Dado de la dobladora.



Dado que posee la forma del dobléz que se le quiere dar a la lámina.

La máquina cuenta con una zona muy importante, en la cual se realiza la alimentación del material, el proceso y también es la zona de salida del producto.

Figura 39. Zona de trabajo.



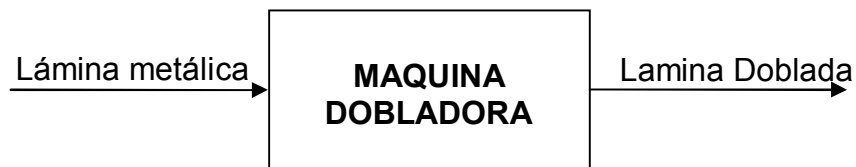
Zona de alimentación, proceso y salida del producto.

Para realizar el proceso, se ingresa la lámina por la zona de alimentación, posteriormente mediante el accionamiento de un pedal se baja el punzón, el cual se encarga de ejercer la fuerza necesaria para que la lámina adopte la forma del molde que tiene el dado y finalmente se retira el producto terminado, este proceso se explica de forma más sencilla a continuación.

Figura 40. Sistema de la dobladora por etapas.

(1) AJUSTAR MÁQUINA	(2) ALIMENTACIÓN	(3) DOBLADO	(4) EXTRACCIÓN PRODUCTO
Se ajusta el tope que se encuentra en la parte trasera de la máquina, con el cual se puede trabajar la medida de la lámina a doblar, esto solo debe hacerse en el caso de láminas grandes, para laminas pequeñas no es necesario ajustar dicho tope. Además de ubicar el dado que permita realizar el doblez requerido.	Se coloca la lámina en el espacio entre el punzón y el dado, para que en el momento que baje el punzón, la lámina tome la forma del doblez que se encuentre en el dado.	Se acciona la máquina por medio de un pedal. El punzón baja y con ayuda de la presión ejercida, además de la forma que se encuentre en el dado, se realiza el doblado que se desea a la lámina.	Se retira el producto manualmente del área de trabajo.

Figura 41. Sistema de la dobladora.



7.2.2. Desarrollo conceptual.

7.2.2.1. Identificación de necesidades.

7.2.2.1.1. Encuestas y trabajo con los empleados. Mediante encuestas y trabajo con los empleados se logró identificar que existía una máquina de alto riesgo, debido a la gran fuerza que esta maneja, alrededor de 30 toneladas y a que la parte móvil en la que dicha fuerza es ejercida se encuentra desprotegida. Al realizar las encuestas los empleados expresaron:

- “En algún descuido la maquina puede machucar al operario”.
- “Se necesita buena visibilidad del proceso, para evitar accidentes o fallas del dobléz de la lámina”.
- “Alguien se puede meter por detrás de la máquina y el operario no se daría cuenta”.
- “Cualquier retraso en el tiempo del proceso generaría una disminución importante de la producción”.
- “Si los operarios se sintieran confiados aumentarían su productividad”.
- “A la máquina se le hace mantenimiento periódicamente”.
- “Al trabajar con láminas pequeñas el operario corre mucho riesgo de atrapamiento”.
- “Se debe tener espacio suficiente para cambiar el dado usando el puente grúa”.
- “El cambio del dado de la maquina es un parte de especial cuidado, ya que este es muy pesado y puede ocasionar accidentes”.
- “Como la máquina es tan lenta, el operario se puede confiar y descuidarse”.

7.2.2.1.2. Aplicación del protocolo. Partiendo de la información obtenida por parte de los empleados, se aplicó el protocolo sobre la maquina identificada, el cual se observa en el anexo D, obteniendo como resultado que esta representa altos riesgos para el personal, por lo tanto se procede con el diseño de alternativas de solución que permitan eliminar el riesgo mecánico presente en ella.

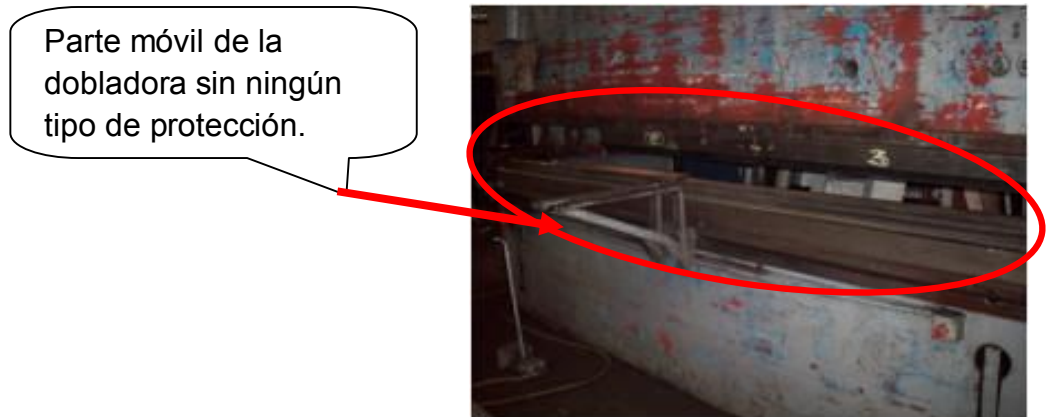
7.2.2.1.3. Análisis retrospectivo. De acuerdo a los datos suministrados en el anexo E, se puede observar que solo existe un reporte de accidente en la maquina identificada anteriormente, el cual se debe principalmente a un error en la manipulación de la lámina por parte del operario.

7.2.2.1.4. Diagnóstico.

7.2.2.1.4.1. Guardas.

- La máquina no se encuentra provista de ningún tipo de guarda que evite el acceso del personal a sus partes móviles, generando de esta forma riesgo de atrapamiento.

Figura 42. Partes móviles sin protección.



- No existen dispositivos de protección como cortinas de Luz, Tapetes sensibles u otros que eviten el acceso a las partes móviles mientras la máquina se encuentra en funcionamiento, principalmente en la parte posterior de la máquina.

7.2.2.1.4.2. Mandos.

- Los mandos no cumplen con las normas, ya que estos no poseen ningún tipo de letrero o pictograma que indique la función de estos, por lo cual se pueden generar fácilmente equivocaciones al momento de operarlos.
- No existe una alarma acústica previa a la puesta en marcha de la máquina que permita a las personas expuestas disponer de tiempo para abandonar la zona peligrosa.
- El paro de emergencia provoca la parada del proceso peligroso en un tiempo suficientemente corto como para evitar consecuencias graves, este posee retención e implica una maniobra intencionada para su desbloqueo y al ser desbloqueado no se pone de nuevo en marcha la máquina.
- El paro de emergencia no se encuentra debidamente identificado.
- El restablecimiento de la alimentación de energía de la máquina tras una interrupción, no provoca situación alguna de peligro como puesta en marcha intempestiva.

7.2.2.1.4.3. Bloqueos.

- El equipo no posee switch con bloqueo para candado que impida el suministro eléctrico, por lo que las labores de mantenimiento no se realizan con un control adecuado de energías peligrosas.
- El equipo no posee válvulas con bloqueo para candado que impidan el suministro hidráulico.

7.2.2.1.4.4. Entorno ambiental

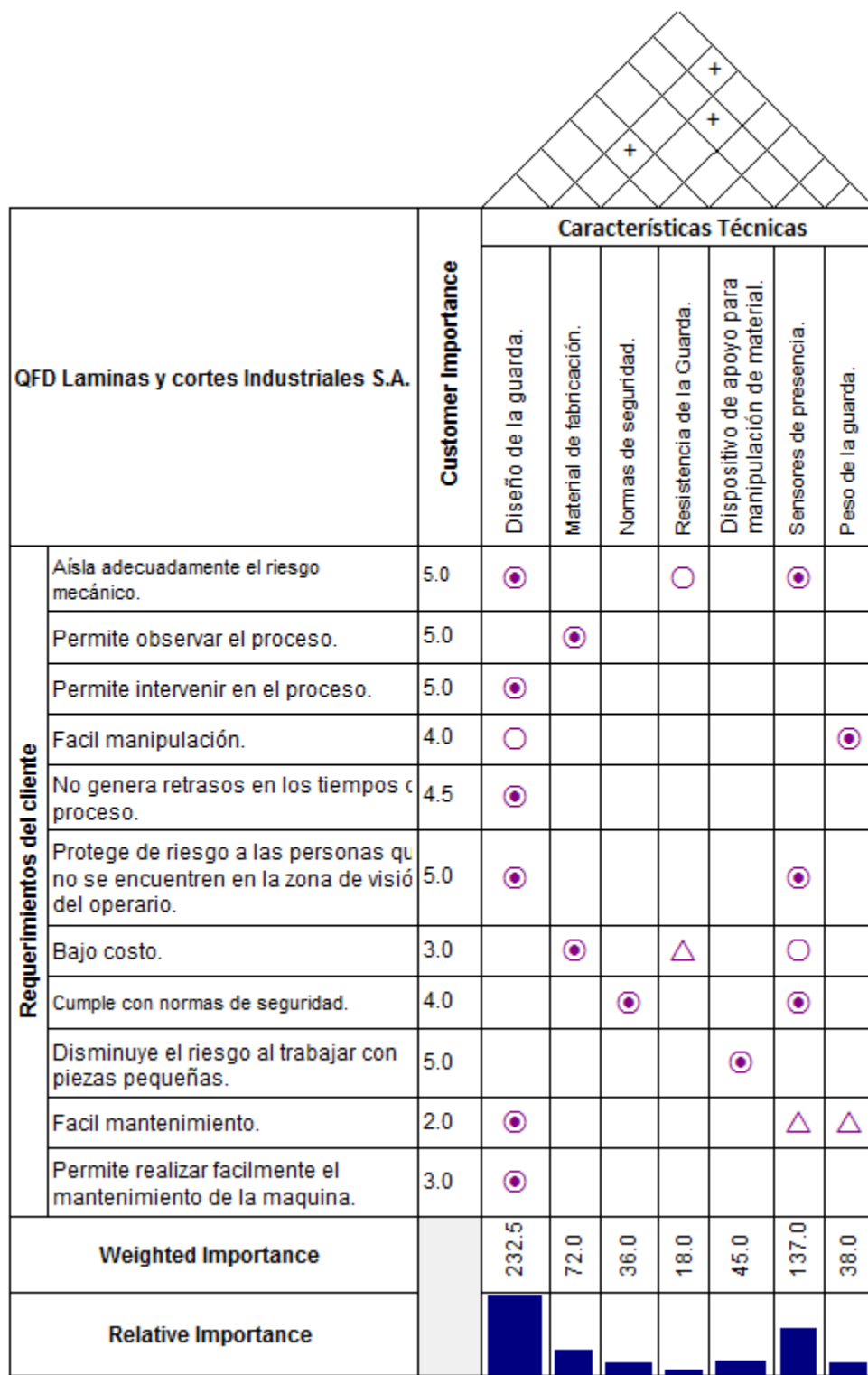
- Se presenta buena iluminación natural, que permite una correcta identificación del área y de los elementos de trabajo a utilizar.
- Aunque se tiene señalización, esta es borrosa y gran parte de las zonas de tránsito y de operación de las máquinas son usadas como zonas de almacenamiento para láminas.

7.2.2.1.4.5. Aspectos generales.

- Existe un manual de instrucciones en el que se indican los procedimientos y modo de funcionamiento de la máquina al operario.
- No existen pictogramas que muestren los riesgos existentes en la máquina.
- Se tiene establecido un programa de mantenimiento y revisiones periódicas de los elementos clave de seguridad.
- Se facilitan los medios materiales necesarios para la minimización del riesgo y la realización correcta del trabajo como los elementos de protección personal.

7.2.2.1.5. Evaluación de riesgos. Esta se encuentra en el anexo F.

Figura 43. Despliegue de la función de la calidad Laminas y cortes Industriales S.A.



Con base en el anterior despliegue de la casa de la calidad podemos decir que las características técnicas a las que se les debe prestar mayor atención son el diseño de la guarda y los sensores de presencia.

Si se logra obtener un buen diseño de la guarda de seguridad, se logra responder a gran parte de las necesidades que para el cliente son las más importantes, por lo cual es un punto clave a tener en cuenta, además de los sensores de presencia, los cuales son parte vital del diseño, ya que en este tipo de máquinas el operario no tiene ningún tipo de visibilidad de la parte trasera de la máquina, razón por la cual si alguna persona ingresa y el operario acciona la máquina, se generaría atrapamiento, ocasionando un accidente.

7.2.2.2. Generación de conceptos. Con base en el diagnóstico realizado anteriormente, se puede decir que los conceptos que pueden ser aplicados para dar solución a la problemática son:

- Resguardo regulable manual: Guarda que el operario debe ajustar manualmente, de acuerdo a la lámina y al tipo de doblez que vaya a hacer sobre esta, de tal forma que se brinde el espacio necesario para realizar la operación.
- Resguardo autoregulable: Guarda que se abre con el paso de la lámina metálica y que retorna a su posición inicial luego de terminar la operación de doblado.
- Resguardo móvil: Guarda que el operario puede desplazar en el momento que necesite hacer uso de algún sector de la dobladora, para este problema, el uso de dispositivos de enclavamiento en la zona de proceso no es viable, ya que al abrir las guardas no sería posible el accionamiento de la máquina y por lo tanto sería imposible realizar el doblado de la lámina.

7.2.2.3. Prueba de conceptos. Al aplicar los conceptos generados sobre la problemática, se pueden obtener las siguientes apreciaciones:

- El uso de las guardas regulables, tanto manuales como automáticas, presenta un problema en el momento de la extracción del material, ya que al doblar la lámina esta modifica sus características y se dificultaría mucho retirar la lámina doblada.
- El diseño de guardas regulables es más complejo y por lo tanto se invertiría mayor tiempo en el proceso de diseño.

- El diseño de guardas móviles es más sencillo y se puede evitar fácilmente el inconveniente que se genera con las guardas regulables en el momento de la extracción del producto.
- Con el uso de guardas móviles no se verá afectado el tiempo de realización del proceso, mientras que con las guardas regulables si se vería afectado debido a los inconvenientes que presentan en el momento de extraer el producto.

7.2.2.4. Selección de conceptos. Con respecto a lo planteado anteriormente, la solución más viable son las guardas móviles, ya que el diseño de estas es sencillo y no surgirían inconvenientes en la realización del proceso, con lo cual no se afecta el tiempo de ejecución de este, que en el caso de las guardas regulables si se vería afectado, disminuyendo así la productividad.

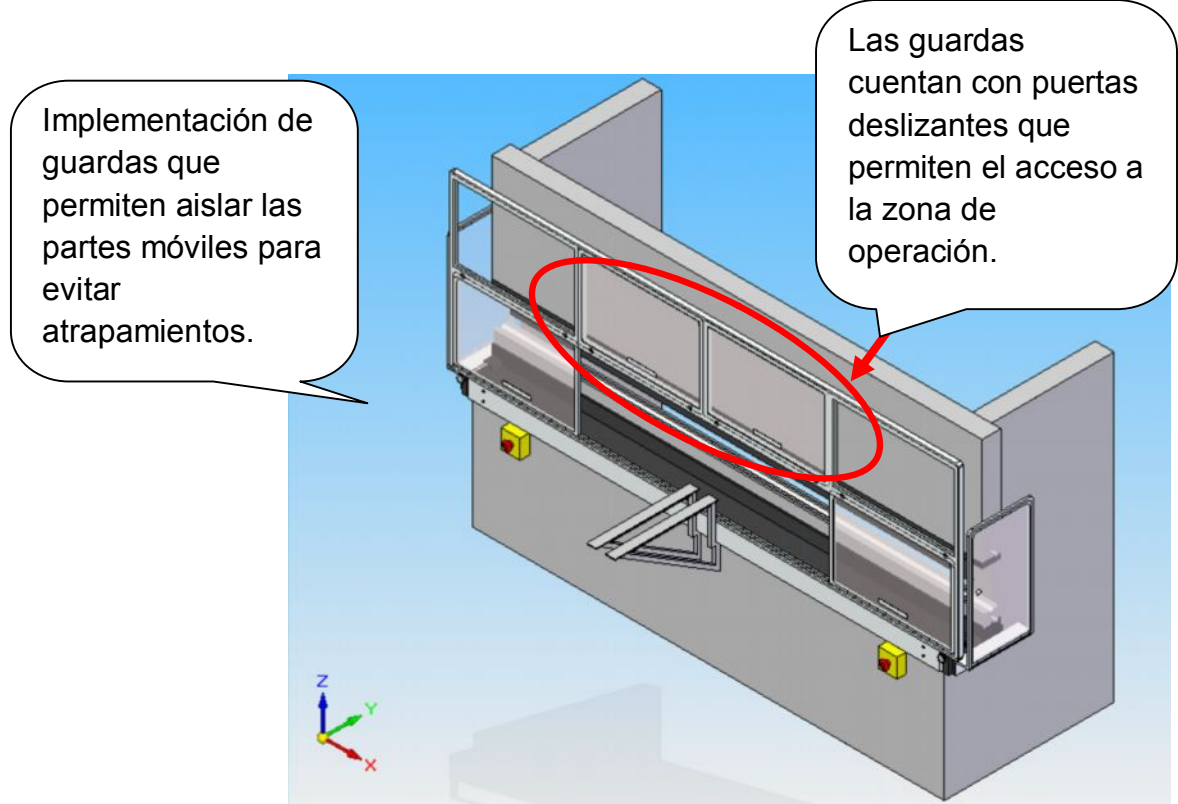
7.2.3. Diseño a nivel sistema.

7.2.3.1. Plantear las alternativas de solución.

7.2.3.1.1. Guardas.

- Implementar guardas fijas y/o móviles en las partes que se encuentran sin protección, para que de esa forma se elimine el riesgo de atrapamiento que estos implican.

Figura 44. Implementación de guardas.



Con respecto a las guardas implementadas, estas son de gran utilidad para proteger al personal de atrapamientos, sin embargo, en el momento que se ponga en funcionamiento la máquina, las guardas deben abrirse solamente lo necesario para que ingrese la lámina a trabajar y de esta forma evitar que se generen aberturas por las cuales el personal pueda ingresar generando de esta forma atrapamientos.

Figura 45. Puertas deslizantes.

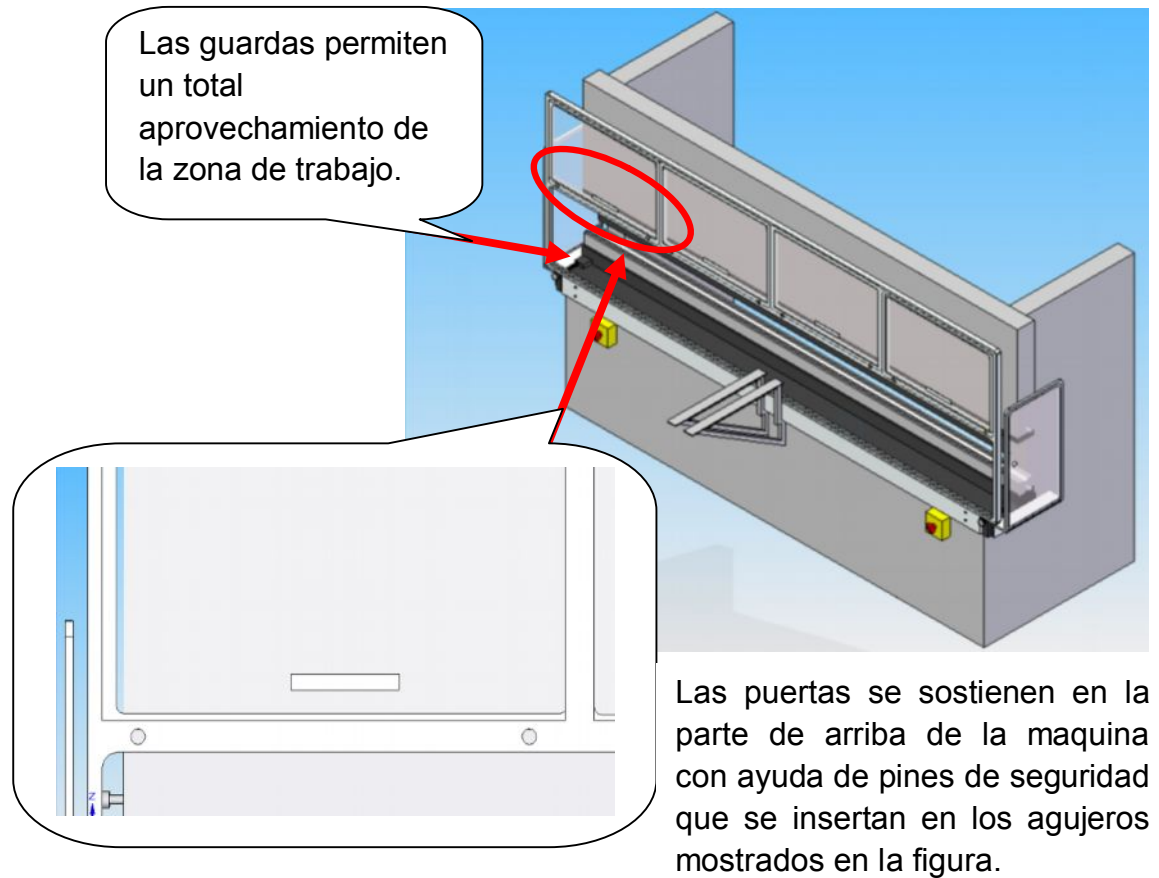
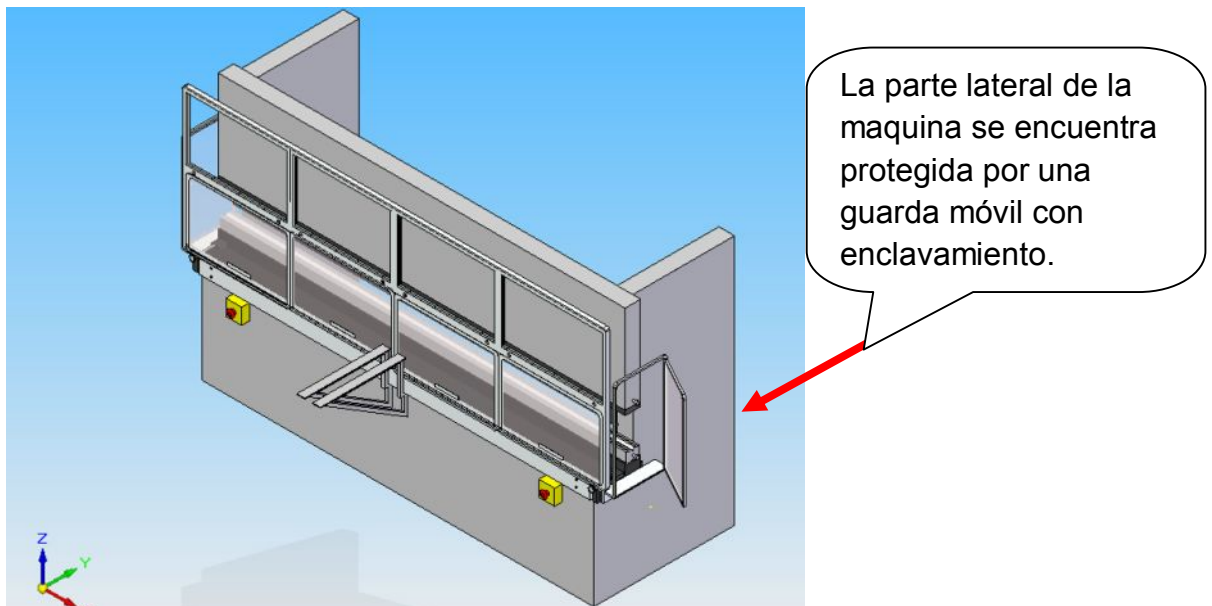
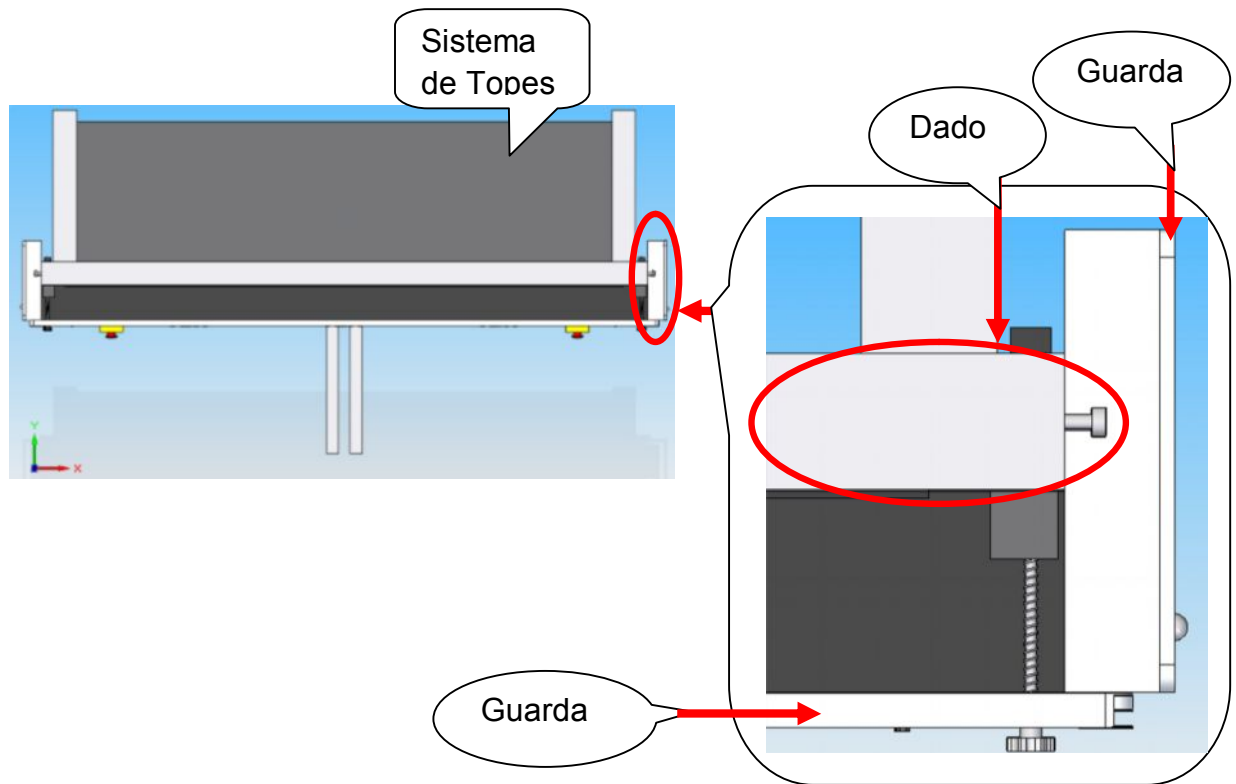


Figura 46. Guarda móvil.



El dispositivo de enclavamiento presente en las guardas laterales evita que el personal pueda acceder a la zona peligrosa mientras la maquina se encuentra en movimiento, ya que en el momento en que esta guarda es abierta, el dispositivo de enclavamiento detiene inmediatamente el funcionamiento de la máquina, el circuito de conexión de este dispositivo se muestra en la figura 31.

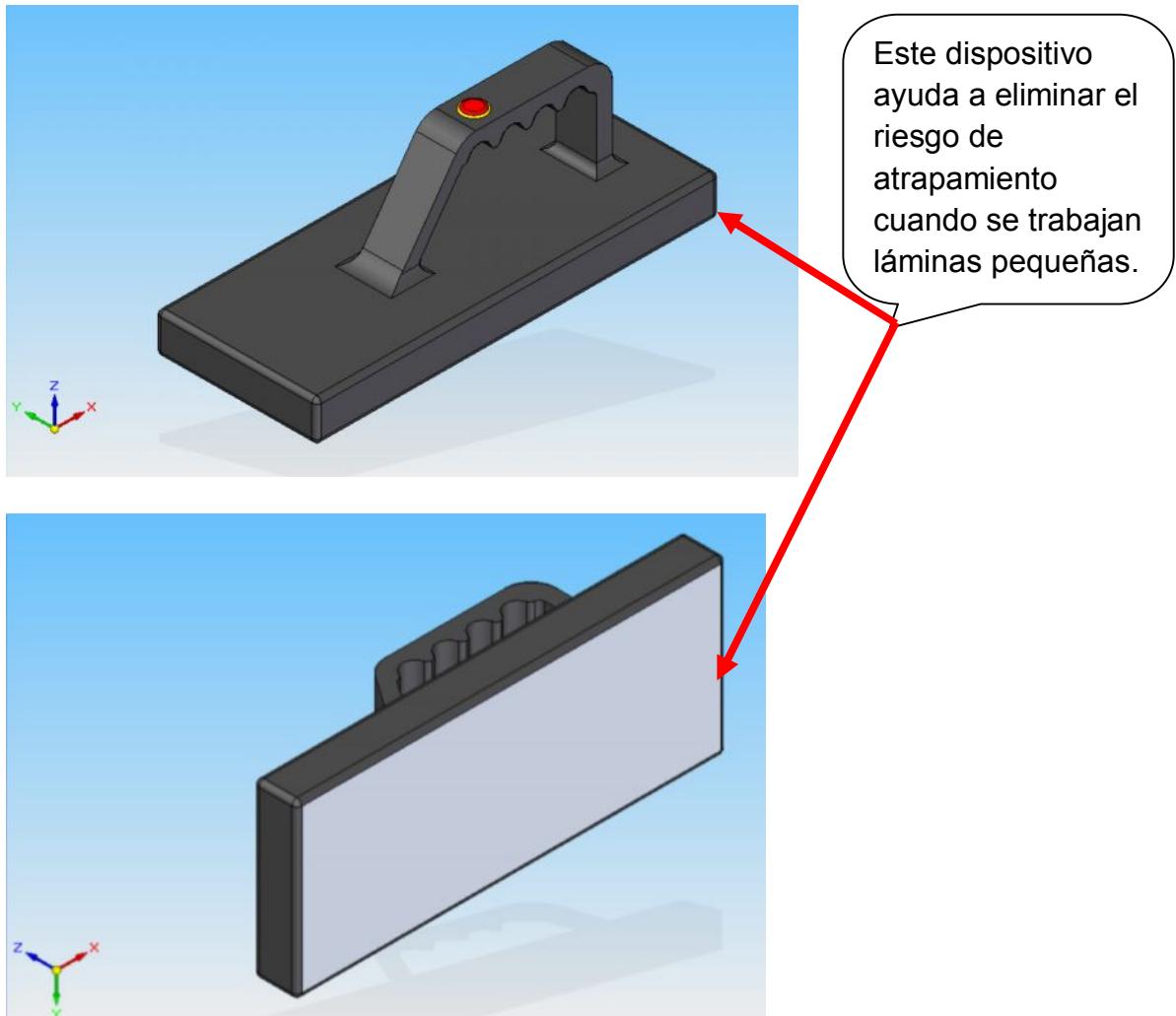
Figuras 47 y 48. Espaciado entre el dado y las guardas.



En las figuras anteriores se puede observar que entre las guardas y el dado existe un espaciado prudente que facilita el cambio de este con ayuda del puente grúa.

En el momento que se desee doblar laminas pequeñas, se corre un mayor riesgo de atrapamiento por parte del operario, ya que este debe ubicar sus manos muy cerca de una zona peligrosa, para evitar esto se propone el diseño mostrado en las figuras 49 y 50.

Figuras 49 y 50. Dispositivo con electroimán para trabajar laminas pequeñas.

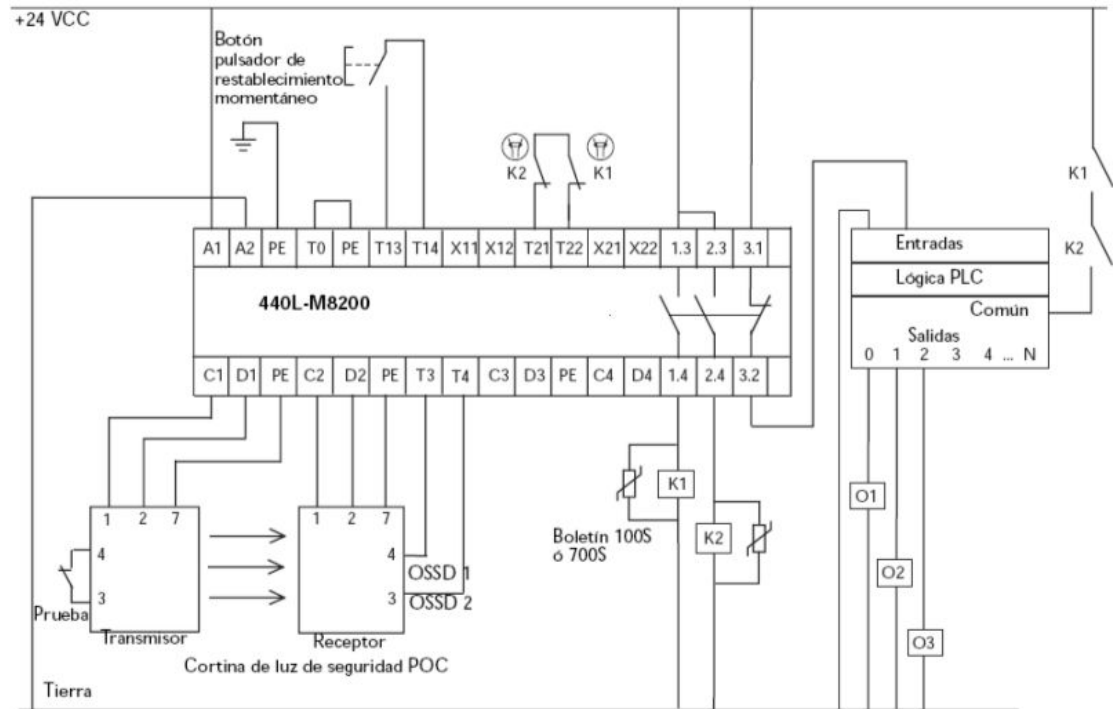


El dispositivo mostrado anteriormente se encuentra equipado con un electroimán, el cual se activa presionando el botón ubicado en la parte superior del mango, este dispositivo cual permite manejar fácilmente laminas pequeñas para llevarlas hasta la zona de la dobladora donde se realiza el proceso, eliminando de esta forma el riesgo de atrapamiento de las manos del operario, el cual debe acercarse mucho a la zona peligrosa.


- Implementar sensores de presencia en la parte posterior de la dobladora, donde se encuentra el sistema de toques, para evitar que el personal ingrese a la zona de peligro mientras la máquina se encuentra en funcionamiento.

El circuito del sistema de sensores se muestra a continuación:

Figura 51. Circuito de conexión para sistema de sensores de presencia.



Fuente: ROCKWELL AUTOMATION, Aplicaciones que usan dispositivos de seguridad⁵.

En el circuito el símbolo  indica contactos vinculados mecánicamente; si un contacto se suelda cerrado, los demás contactos dependientes (auxiliares) permanecen en su posición, es decir, no pueden cambiar de estado.

En el circuito mostrado anteriormente, la alimentación eléctrica al terminal común del módulo de salida del PLC se encuentra desconectada, para conectar esta debe presionarse el botón de restablecimiento momentáneo.

Cuando un objeto rompe el haz de la cortina de luz de seguridad, se desactivan las salidas del receptor de la cortina de luz. El 440L-M8200 detecta la ausencia de las señales de entrada en T3 y T4 y causa la desactivación de los contactores K1 y K2 Boletín 100 (o relés Boletín 700S). Esto desconecta la alimentación eléctrica al módulo de salida del PLC⁶.

⁵ ROCKWELL AUTOMATION. Diseño y desarrollo de productos. [consultado 06 de Junio de 2011]. p. 3. Disponible en internet en:

<http://es.scribd.com/doc/57087892/Aplicaciones-Disposit-de-Seg>

⁶ Ibíd., p. 3. Disponible en internet en:

<http://es.scribd.com/doc/57087892/Aplicaciones-Disposit-de-Seg>

7.2.3.1.2. Mandos.

- Implementar mandos que cumplan con las normas de identificación, usando letreros y pictogramas, para que de esa forma se eviten errores en el momento de su operación.
- Implementar una alarma acústica previa a la puesta en marcha de la máquina, para que de esa forma quienes se encuentren cerca de esta tengan el tiempo suficiente para retirarse.
- Implementar paros de emergencia que cumplan con las normas de identificación (Figura 12).

7.2.3.1.3. Bloqueos.

- Implementar tanto el switch para bloqueo eléctrico (Figura 13), como las válvulas para el bloqueo hidráulico (Figuras 14 y 15), para que de esta forma se pueda realizar un correcto manejo de energías peligrosas.

7.2.3.1.4. Entorno Ambiental.

- Repintar las señalizaciones que empiezan a hacerse borrosas.
- Respetar cada una de las zonas, para no obstaculizar el tránsito del personal, ni invadir las zonas de operación de las máquinas.

7.2.3.1.5. Aspectos Generales.

- Implementar los pictogramas faltantes.

7.3. INGENIERIA Y FILTRACION LTDA.

7.3.1. Troqueladora. Se encuentra ubicada en la planta principal de la empresa, en donde están las áreas encargadas del acople y montaje de los productos que comercializa la empresa misma.

Dentro de la planta se encuentran 4 Troqueladoras, tres son para el proceso de corte y una para el proceso de conformado. Todas las máquinas poseen el mismo mecanismo de prensa pero se diferencian por su tamaño: la troqueladora 1 (TR-1) es la más pequeña y las Troqueladoras 3 y 4 (TR-3 y TR-4) son las más grandes.

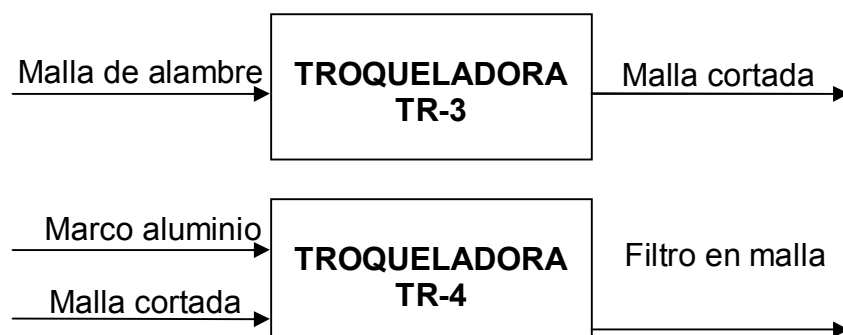
7.3.1.1. Presentación de la máquina. Se ha seleccionado la Troqueladora TR-3, utilizada para el proceso de corte. Los datos recogidos de esta son iguales para las demás Troqueladoras; para las soluciones de la máquina, todas serán iguales menos para la troqueladora TR-4 en la sección de Área de trabajo, debido a que ésta troqueladora es usada para el proceso de Conformado y la interacción del operario con la máquina es diferente a la de Corte.

El troquelado es un proceso mecánico que se utiliza para trabajar en frío lámina metálica y fabricar completa o parcialmente piezas por medio de una herramienta (troquel), conformada por un punzón y una matriz, también llamados “macho” y “hembra”, respectivamente. Mediante una prensa, el troquel ejerce presión sobre el material, supera su límite elástico y actúa como fuerza para transformarlo, bien sea para cortar, doblar o conformar una forma previamente definida.

Figura 52. Proceso de la Troqueladora TR-3 y TR-4.

(1) AJUSTAR MÁQUINA	(2) ALIMENTACIÓN	(3) TROQUELADO	(4) EXTRACCIÓN PRODUCTO
Se selecciona inicialmente el tamaño del troquel (diámetro del punzón). Se sujeta firmemente la base superior e inferior del troquel en el ariete de la prensa y a la mesa de la máquina, respectivamente.	Se coloca entre la base superior e inferior del troquel el material: malla (corte) o conjunto marco aluminio-malla (conformado). Para el corte se sostiene el material manualmente sin tensionarla; para el conformado no se sostiene.	Se acciona la máquina por medio de un pedal. La prensa baja y con un golpe seco y contundente se produce el corte circular de la malla.	Se retira el producto manualmente del área de trabajo y se repite el proceso desde la etapa 2 hasta terminar el material. Si se debe cambiar las especificaciones del producto, se regresa a la etapa 1.

Figura 53. Sistemas de las Troqueladoras.



Figuras 54 y 55. Troqueladoras del proceso de Corte (15) y del proceso de Conformado (16) en funcionamiento.



Figura 56. Troqueladora TR-3.



7.3.1.2. Desarrollo conceptual.

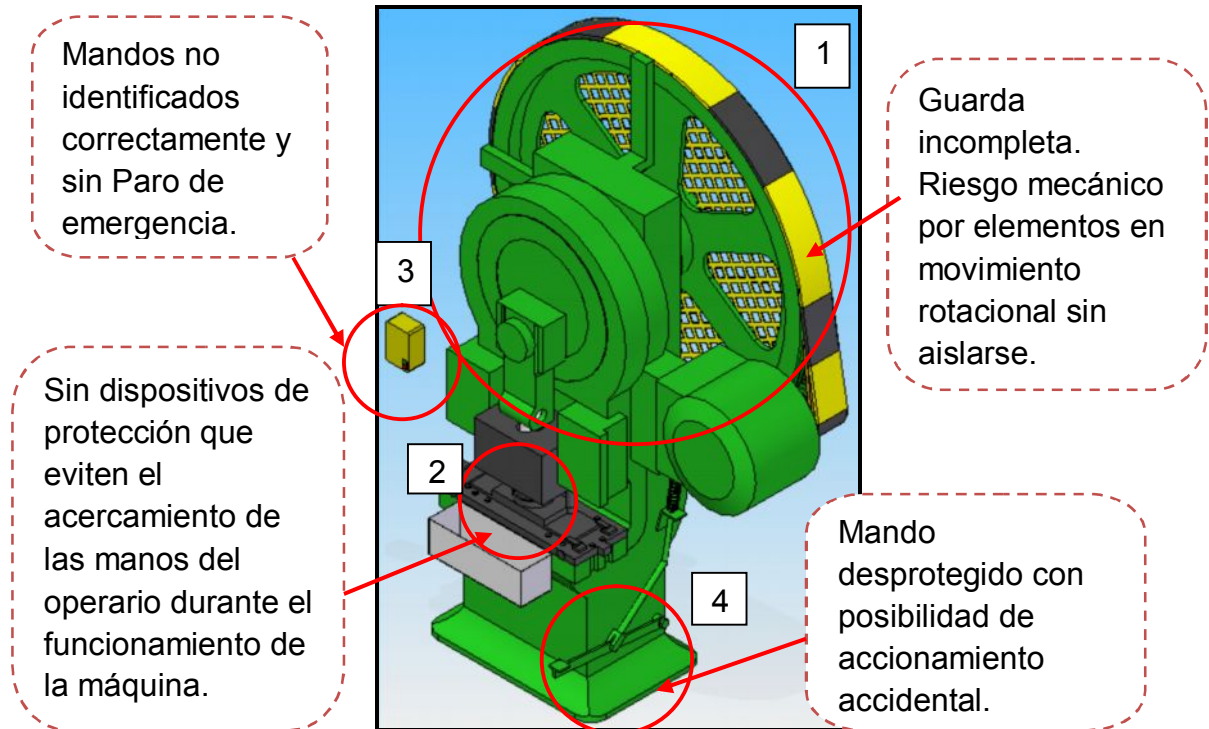
7.3.1.2.1. Identificación de necesidades.

7.3.1.2.1.1. Encuestas y trabajo con los empleados. Al hablar con los operarios de la máquina, se obtienen información cómo:

- “Nos hemos machucado algunas veces cuando operamos la máquina”.
- “Se debe trabajar con un buen estado de ánimo para tener seguridad en la máquina”.
- “La guarda del eje de transmisión está enmallado para lograr ver su estado siempre y que se pueda realizar fácil mantenimiento”.
- “No se necesita realizar mantenimiento constante al eje de transmisión de la máquina”.
- “Se ha accionado la máquina cuando algún objeto pesado ha caído sobre el pedal”.
- “Sólo las personas especializadas realizan las labores de mantenimiento y ajustes de la máquina”.
- “No siempre quedamos a la altura de la zona de operación de la máquina porque las sillas no son ajustables y son de diferentes tamaños y debemos agacharnos o trabajar parados para operar”.
- “Tenemos extender mucho los brazos para ubicar las manos muy cerca a la zona de troquelado para evitar daño del material.”
- “No hay riesgo de pérdidas de material durante el corte del material ya que se reutiliza, sólo se pierde algo de tiempo y cantidad de productos terminados”.
- “No tenemos ningún tipo de herramienta que nos ayude durante la operación de la máquina, todo se realiza con las manos”.

7.3.1.2.1.2. Aplicación del protocolo. Los resultados al aplicar el protocolo se observan en el Anexo G. De acuerdo a estos resultados, se presentan 4 puntos peligrosos para trabajar sobre la troqueladora, donde hay posibilidad de que ocurra un accidente por atrapamiento.

Figura 57. Puntos a trabajar en la Troqueladora TR-3.



7.3.1.2.1.3. Análisis retrospectivo. El reporte de accidentalidad es el mostrado en el Anexo H. De acuerdo a esta información, se observa que no hay ningún reporte de accidentalidad sobre esta máquina.

7.3.1.2.1.4. Diagnóstico.

7.3.1.2.1.4.1. Guardas.

- La máquina se encuentra provista de una guarda fija externa con rejilla en forma circular, que evita contacto físico con eje de transmisión. Esta se encuentra sólidamente fija, es resistente y se necesita de herramienta para su apertura. Sin embargo, existen zonas en donde aún hace falta guardas internas o traseras, lo que puede ocasionar algún accidente por atrapamiento en estas zonas.

Figuras 58 y 59. Partes móviles sin protección.

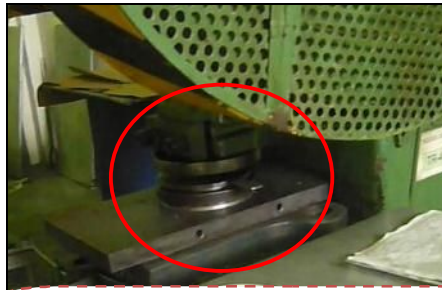


- La guarda presenta un enmallado que permite monitorear siempre el funcionamiento de los elementos del eje de transmisión y detectar si debe realizarse un mantenimiento correctivo. También permite facilidad de desmontaje para realizar cualquier tipo de mantenimiento preventivo o correctivo.
- La máquina no está provista de guardas móviles.
- No existen dispositivos de protección que eviten el acceso a las partes móviles mientras la máquina se encuentra en funcionamiento.

Figuras 60 y 61. Parte móvil del Proceso sin dispositivos de protección en la Troqueladora TR-3 (Proceso de Corte).



Figuras 62 y 63. Parte móvil del Proceso sin dispositivos de protección en la Troqueladora TR-4 (Proceso de Conformado).



Zona en donde se introduce el molde, el borde metálico y la malla para ser conformada.

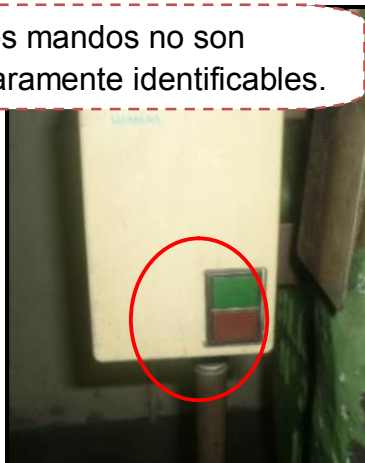


7.3.1.2.1.4.2. Mandos.

- Los dispositivos de mandos se encuentran bien ubicados, fuera de zonas de peligro, y en puntos de fácil acceso al personal, pero no son fácilmente identificables ya que estos no poseen ningún tipo de letrero o pictograma que indique la función de estos, por lo cual se pueden maniobrar de forma inequívoca y ocurrir equivocaciones de operación.
- El mando ON-OFF es maniobrable con seguridad porque sus botones no se sobresalen al ser accionados; mientras el Pedal de accionamiento no lo es, debido a que se encuentra libre sin protección y cualquier elemento que caiga sobre este podría poner en funcionamiento la máquina.

Figuras 64 y 65. Mandos.

Los mandos no son claramente identificables.



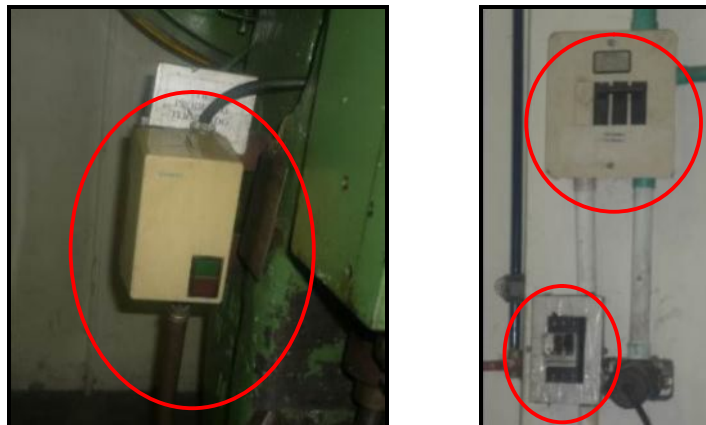
El pedal no está cubierto, expuesto hacer accionado accidentalmente poniendo en marcha a la máquina.



- No dispone de dispositivos de Paro de emergencia que provoque la parada del proceso peligroso en un tiempo suficientemente corto.
- El restablecimiento de la alimentación de energía de la máquina tras una interrupción, no provoca situación alguna de peligro como puesta en marcha intempestiva.

7.3.1.2.1.4.3. Bloqueos. La máquina posee una caja de accionamiento simple donde hace el papel de ON-OFF, sin embargo no tiene Switch con bloqueo para candado que impide el suministro eléctrico. Además, el suministro eléctrico general de todas las máquinas tampoco posee Switch con bloqueo para candado, por lo que las labores de mantenimiento no se pueden realizar con un control adecuado de energías peligrosas.

Figuras 66 y 67. No bloqueo de Accionamiento de la Máquina.



7.3.1.2.1.4.4. Entorno ambiental

- En la zona donde se encuentra instalada la máquina, no se cuenta con buena iluminación artificial, además posee una lámpara sin bombillo. La iluminación natural no es suficiente para operar la máquina (Figura 68).
- La máquina cuenta con delimitación, sin embargo esta empieza a hacerse borrosa (Figura 69).

- El entorno de la máquina permanece limpio de residuos, retales, manchas de aceite o grasa, etc., y es organizado (Figura 69 y 70).

Figuras 68, 69 y 70. Entorno Ambiental.



7.3.1.2.1.4.5. Aspectos generales. Se tienen pictogramas para señalar los riesgos residuales de la máquina tras aplicar las medidas de prevención pertinentes, sin embargo hacen falta algunos de estos, otros empiezan a deteriorarse sobre todo sobre las máquinas o cerca de estas y algunos están en zonas donde no pueden ser observados.

Figuras 71. Pictogramas para la señalización.



- Se tiene un programa de mantenimiento y revisiones periódicas cada 2 meses.

- Los operarios hacen uso de los Elementos de Protección Personal (EPP) principalmente gafas, protección auditiva y botas.

Figura 72. Uso de los EPP: Protección auditiva, gafas y botas.



7.3.1.2.1.4.6. Otros Riesgos. Riesgo Ergonómico por la incorrecta postura espaldar de los operarios al utilizar las máquinas. Las sillas no son las adecuadas: no tienen buena altura y carecen de comodidad en el espaldar, y no tienen la altura adecuada del asiento para que el operario quede de frente al proceso de la máquina. Algunos operarios trabajan parados porque la silla no es apta para él.

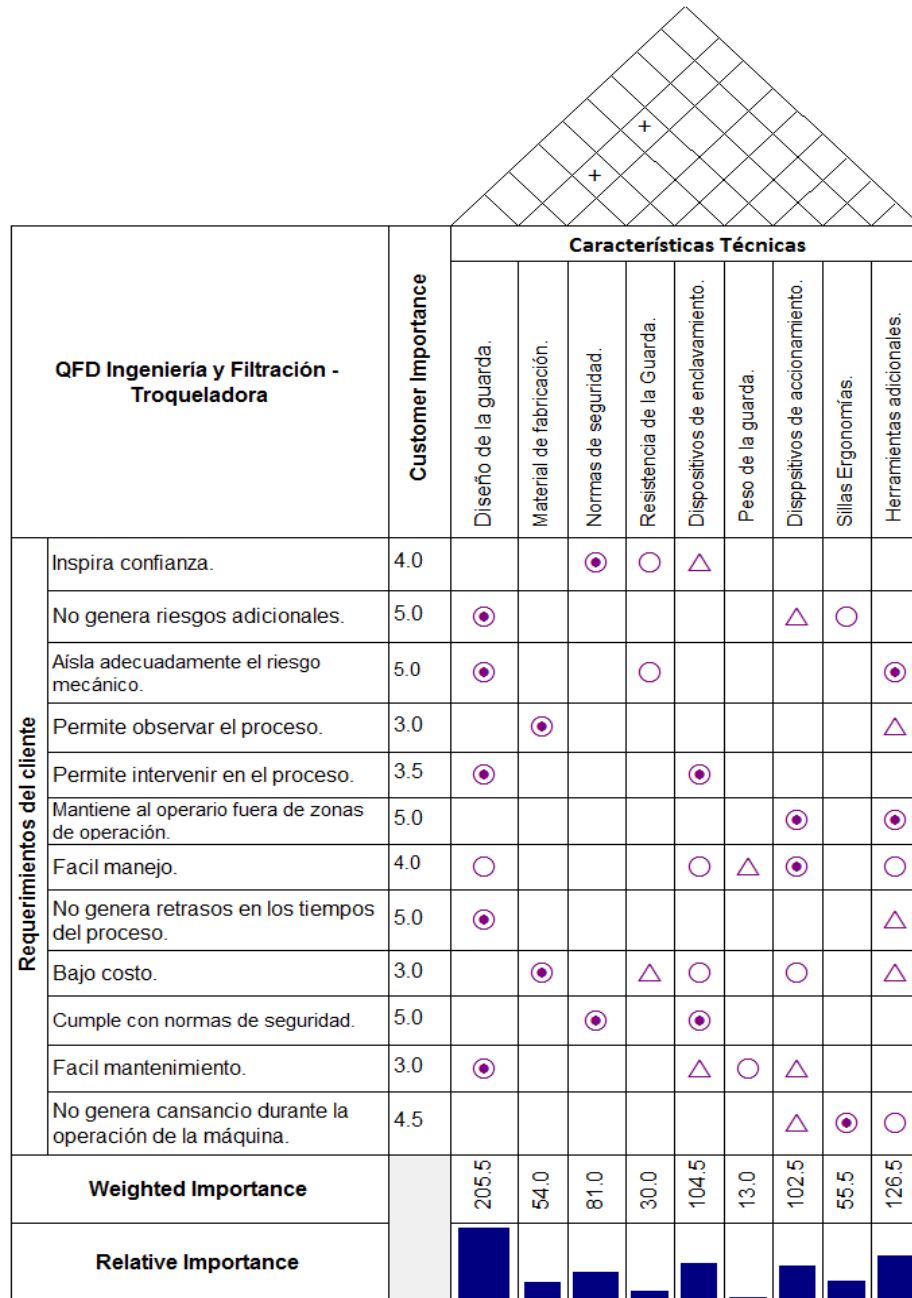
Figuras 73. Riesgo Ergonómico.



7.2.2.1.5. Evaluación de riesgos. Esta se encuentra en el anexo I.

Con base en la anterior identificación de necesidades se realizó el siguiente Despliegue de la función de la calidad:

Figura 74. Despliegue de la función de la calidad Troqueladora.



Al observar el QFD, se observa que hay 4 características técnicas que poseen un mayor peso sobre las demás, en su orden de mayor peso son: Diseño de guarda, Herramientas adicionales, Dispositivos de enclavamiento y Dispositivos de accionamiento.

Esto da entender que la prioridad sobre el diseño de alternativas de solución deben estar fundamentadas por el diseño de una guarda que aisle elementos móviles constantes de la máquina, también de herramientas que los operarios puedan utilizar para evitar que la persona interactúe directamente sobre la máquina, dispositivos de enclavamiento para parar la máquina en momentos necesarios y dispositivos de accionamiento para evitar que la máquina opere en situaciones inesperadas.

7.1.2.2. Generación de conceptos. Debido a los riesgos identificados, que consisten principalmente en una parte móvil (sistema de transmisión) sin protección y que en la zona de proceso hay contacto directo de las manos de los operarios, lo más indicado es el uso de resguardos fijos y de utilizar herramientas para la manipulación del material en las zonas de trabajo o alejar esta zona del operario, se tienen los siguientes conceptos:

- Resguardo fijo particular: Diseñar un resguardo complementario al que posee la máquina para evitar una interacción directa con el riesgo por parte del operario.
- Resguardo autorregulable: Diseñar una guarda que se autorregule a la longitud del material y del tamaño del troquel para que el operario tenga acceso a la zona del proceso.
- Guarda fija con ranuras: Diseñar una guarda fija que cubra toda la zona de trabajo pero que esta posea ranuras horizontales laterales para que pueda entrar el material, logrando aislar esta zona con la iteración del operario.
- Pinzas: Diseñar unas pinzas que sostengan el material y que se logre acercar este a la zona del proceso, alejando así la zona de peligro del operario y sea más cómodo y eficiente durante la operación.
- Botoneras de Accionamiento: Implementar dos botoneras de accionamiento en la máquina para que la máquina funcione.
- Molde con extensiones para manipulación: Implementar en todos moldes, unas platinas extensas para lograr que el operario pueda sostener el material con el molde en la zona de trabajo pero alejando a la vez las manos de esta zona de peligro.

7.1.2.3. Prueba de conceptos. Al aplicar los conceptos generados sobre la problemática, se pueden obtener las siguientes apreciaciones:

- La aplicación de una guarda complementaria no demanda mucho tiempo ni de presupuesto. Esta guarda brindará un aislamiento total del sistema de transmisión de la máquina sobre cualquier persona cerca a esta.
- Implementar un resguardo autorregulable en la zona de trabajo de la máquina de corte permite alejar las manos del operario de la zona de peligro y a la vez permite ajustarse dependiendo de los requerimientos del troquel y la longitud de la malla pero, hay dificultad en el aprovechamiento del material y en la fijación exacta del material en la zona de corte.
- Implementar una guarda fija con ranuras horizontales laterales permite de igual manera alejar las manos de la zona de corte de material, pero el inconveniente es en el aprovechamiento del material y que tendría inconveniente al cambiar el troquel porque la altura de la ranura no quedará siempre a la misma altura a la zona de corte.
- Utilizar unas pinzas alargadas para sostener el material permite a que el operario gradúe la distancia exacta de separación de las pinzas, se puede tensionar el material y se puede acercar este sin dificultad y no perjudica mucho la postura del operario y evita el acercamiento de las manos en la zona de operación. Además se aprovecha más el material y no hay inconveniente cuando se realiza un cambio del tamaño del troquel.
- Implementar unas dobles Botoneras de Accionamiento permite tener ocupadas las manos del operario cuando se acciona la máquina, alejando a estas totalmente de la zona de peligro. No es costoso y no se debe realizar ningún tipo de ajuste del proceso.
- Adaptar todos los moldes con extensiones para manipulación sería muy costoso y no da seguridad de que el operario haga uso correcto de estos soportes para no acercar sus manos a la zona de operación.

7.1.2.4. Selección de conceptos. Teniendo en cuenta criterios como, en su orden de importancia: aislar la iteración directa del operario en zonas de peligro, costo y aprovechamiento de material, las mejores opciones para intervenir esta problemática es el uso de una guarda total en el sistema de transmisión y el uso de pinzas y botoneras de accionamiento durante el funcionamiento de la máquina.

7.3.1.3. Diseño a nivel sistema.

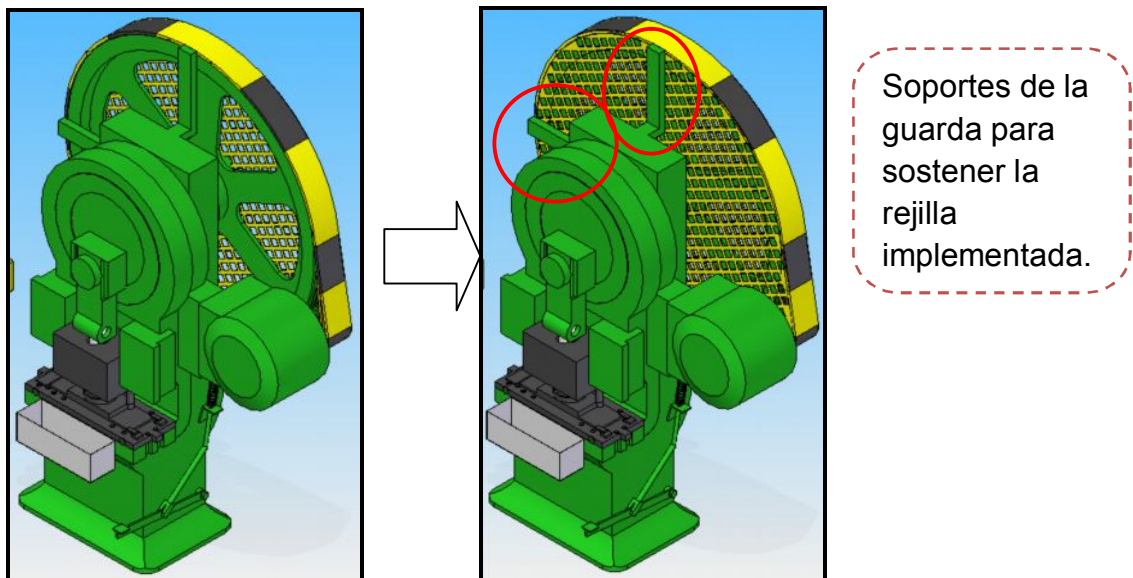
7.3.1.3.1. Plantear las alternativas de solución.

7.3.1.3.1.1. Guardas.

- Implementar una guarda complementaria a la guarda actual de la máquina. Se recomienda que la guarda sea del mismo material metálico para asegurar que sea resistente y puede ser acoplada a la máquina por medio de soldadura o asegurándola con los mismos soportes que sostienen a la guarda actual.

La guarda podría ser totalmente encerrada, pero es recomendable que sea agujerada como la actual, con el fin de evitar ocultar el movimiento de las partes durante el proceso, logrando detectar fallas sin necesidad de desmontar toda la guarda. Estos orificios evitan el paso de los dedos de las manos de cualquier persona a la zona de peligro.

Figura 75. Guarda trasera (interna) implementada.

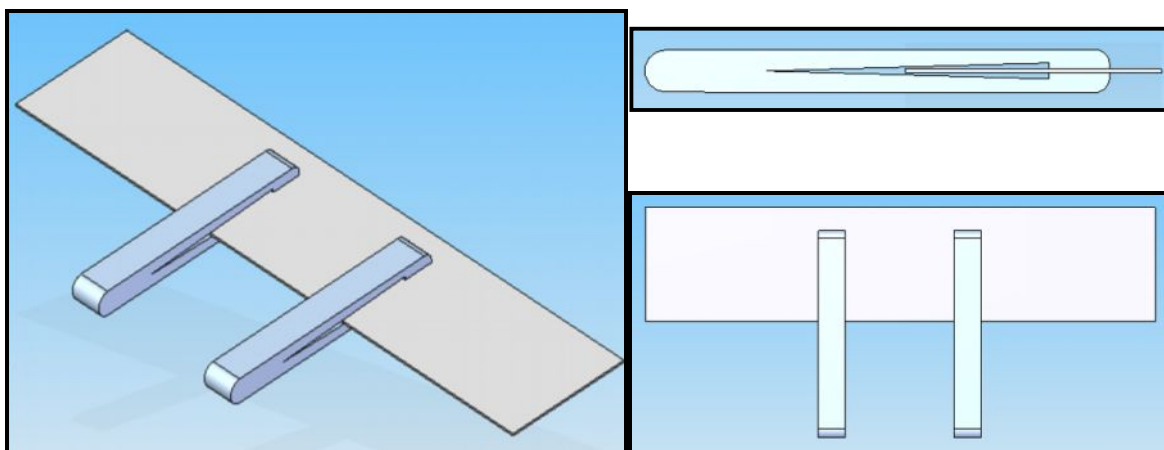


- Implementar algún dispositivo de protección que evite total o parcialmente el acceso directo de las manos del operador en la zona de aprisionamiento entre el punzón y la matriz mientras la máquina se encuentra en funcionamiento. Las posibles soluciones para las Troqueladoras de Corte y Conformado son:

7.3.1.3.1.1. Troqueladora para Corte. Para este proceso el operador tiene la necesidad de tener sus manos dentro de la zona de operación del troquel cuando se esté accionando la máquina para ajustar la malla para evitar que esta se mueva durante el corte. El acercamiento de las manos es muy cercano y se corre el riesgo de haber un golpe del troquel sobre las manos del operador.

Para evitar que el operario utilice las manos para ajustar la malla, se recomienda utilizar dos pinzas planas y largas que sean manipuladas por las manos del operario para sostener la malla y ubicarla dentro de la zona de corte de la Troqueladora.

Figura 76. Pizas con malla. (Vista general, lateral y superior).



Una ventaja adicional a la de no utilizar las manos para sujetar la malla dentro del troquelado, es que estas ayudan a que el operario posea una posición de sus brazos no tan extendida como lo hace actualmente sin estas, casi formando un ángulo de noventa grados (90°) entre el brazo y el antebrazo, dando mejor ergonomía.

Figura 77. Pizas con malla en la troqueladora.

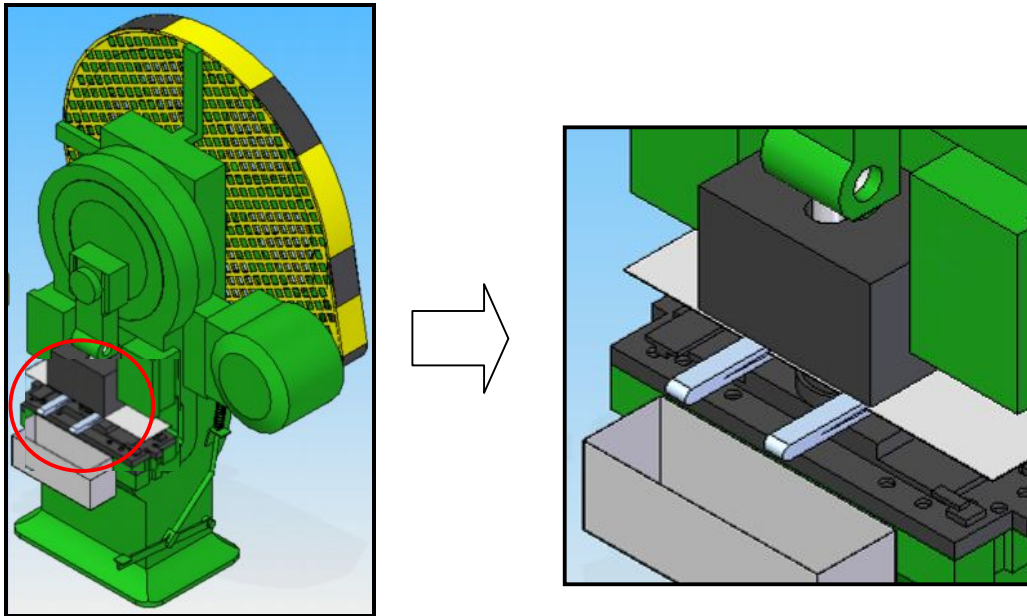
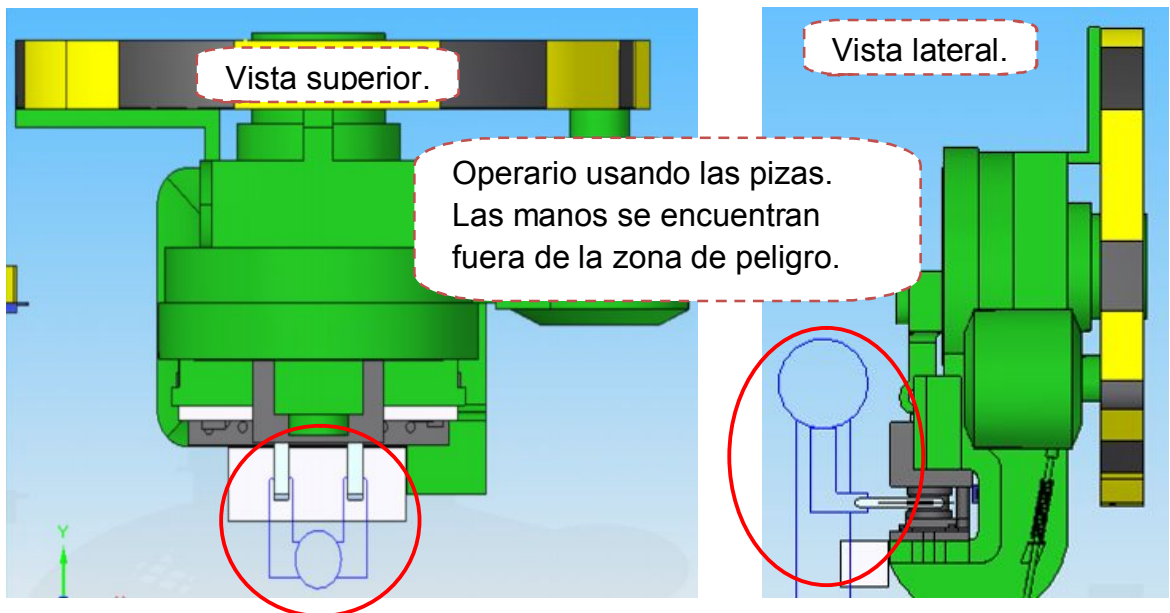


Figura 78. Operario usando las pinzas como solución para no acercar las manos en el troquel durante el accionamiento de la máquina.



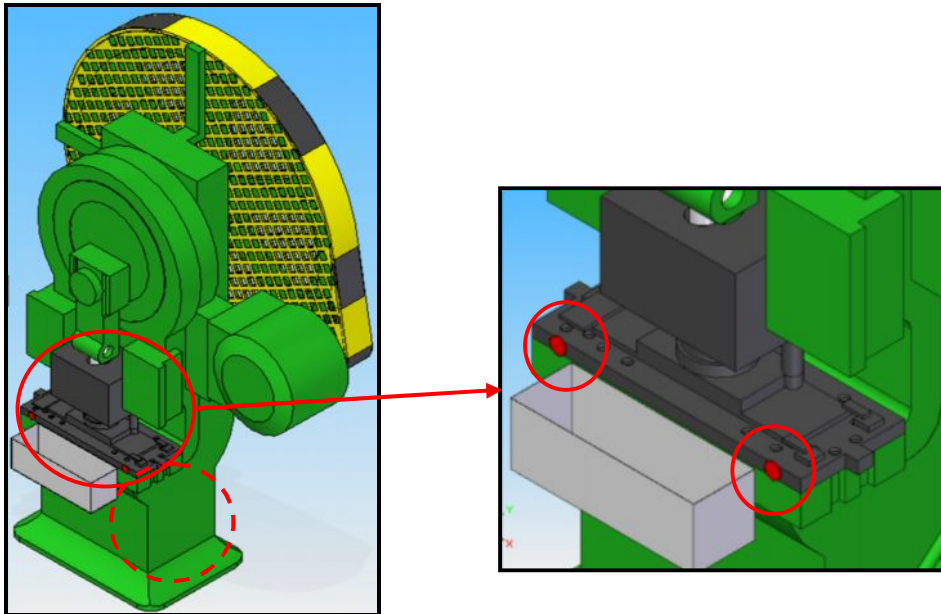
7.3.1.3.1.1.2. Troqueladora para Conformado. Para este proceso el operador no tiene necesidad de tener sus manos dentro de la zona de operación del troquel cuando se esté accionando la máquina. El operario sólo necesita acomodar el molde con el material debajo de la prensa y retirar las manos, y cuando se realiza el troquelado prosigue a retirar el material o reacomodar el molde para un nuevo troquelado.

Para evitar que el operario en algún momento introduzca las manos en la zona de peligro, se recomienda reemplazar el pedal de accionamiento de la máquina por un accionamiento de doble botonera. Este consta de dos botones que deben ser accionados al mismo tiempo para que la máquina opere, si uno de estos no está pulsado o ninguno, la máquina no funcionará. Estos dos botones se instalan separados uno del otro, en las esquinas de la mesa de trabajo.

Al reemplazar el pedal por los dos botones, se cambia la forma de operación de la máquina. Con el pedal, se acoplaba una pieza sobre el eje de transmisión y hacia que el troquel funcionara, pero ahora por medio de los dos botones y la eliminación del pedal, ya no es posible este acople mecánico.

Para lograr acoplar esta pieza por medio de los dos botones se implementa además un Motorreductor lineal, con algunos componentes electrónicos adicionales, que permita acoplar la pieza cuando se accione los botones y cuando no se presionen los botones, se desacople la pieza. Más adelante se explicará más detalle el funcionamiento del esquema electrónico descrito.

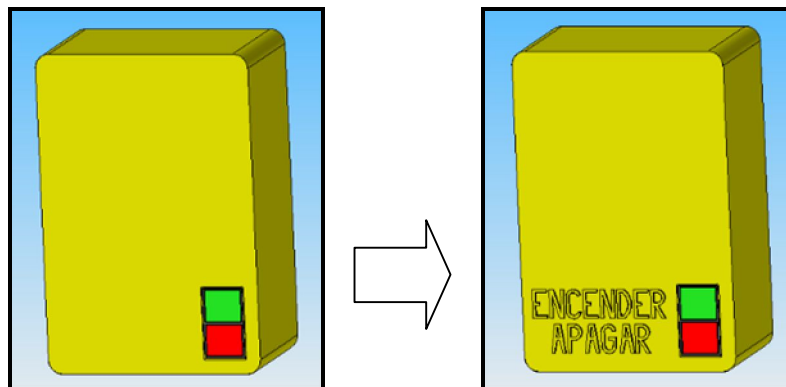
Figura 79. Reemplazo de pedal de accionamiento por accionamiento de Doble botonera.



7.3.1.3.1.2. Mandos.

- Implementar mandos que cumplan con las normas de identificación, usando letreros en español para que de esa forma se eviten errores en el momento de su operación.

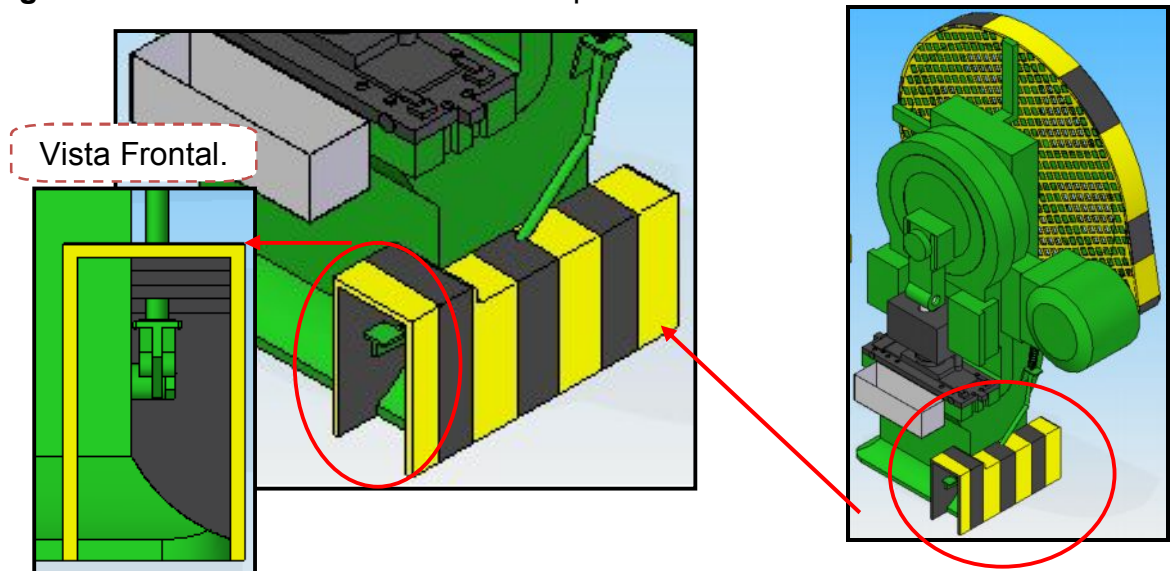
Figura 80. Mando con letreros implementados.



- Implementar una cubierta externa al Pedal de accionamiento, de un material duro y resistente, con el fin de que sólo pueda caer el pie del operario y si algún cuerpo extraño cae sobre el pedal, la cubierta permite que no sea accionada la máquina por accidentalidad.

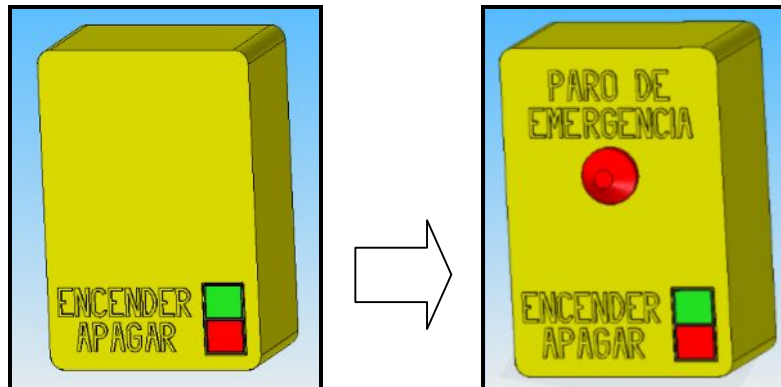
Para hacer la cubierta, hay que tener en cuenta la altura máxima del pedal sin accionar y la altura del pie del operario con su respectiva bota o zapato puesto para determinar la altura de la cubierta, al igual que el ancho de esta conociendo un valor de ancho de un pie con su calzado puesto. Para el acople de ésta cubierta sería recomendable utilizar soldadura para unirla firmemente con la estructura de la Troqueladora.

Figura 81. Pedal con cubierta externa implementada.



- Implementar un paro de emergencia cerca al proceso, recomendable en la misma caja con los demás mandos, que cumpla con las normas de identificación. El paro de emergencia le permite al operario parar la máquina de una forma más rápida, segura y de manera palmar.

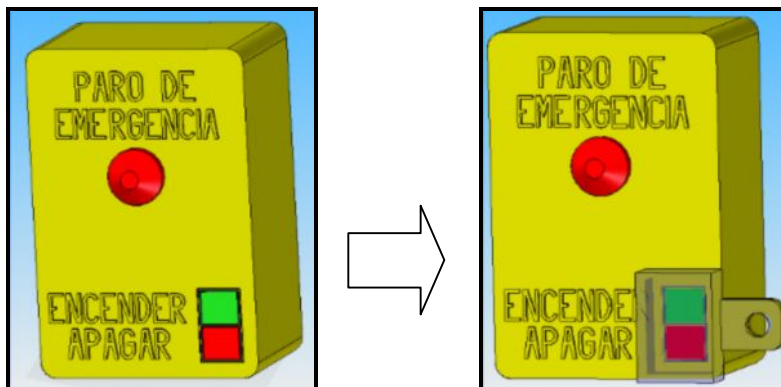
Figura 82. Paro de Emergencia.



7.3.1.3.1.3. Bloqueos.

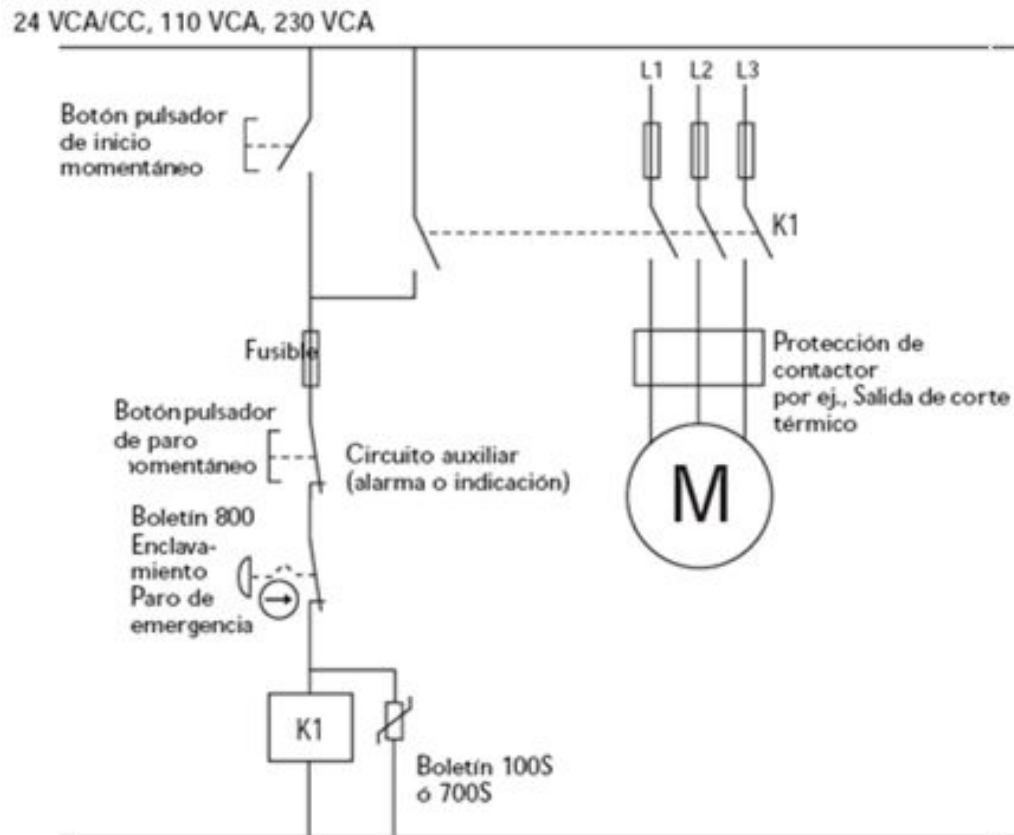
- Implementar un dispositivo de bloqueo con candado y tarjeta para interruptor o en su defecto, instalar chapas con llave las cuales serán manejadas por el personal que haga la intervención para evitar que este sea activado cuando se esté realizando labores de mantenimiento. Ver Figura 13 del marco teórico.
- Otra solución es implementar en la caja de Mandos de la máquina, una tapa en policarbonato que tenga un orificio para colocar un candado que cierre esta tapa y se impida que se accionen los mandos.

Figura 83. Implementación de tapa con candado sobre los mandos.



En este momento se han implementado dos posibilidades de adaptación de la máquina con componentes electrónicos. A continuación, se muestran los esquemas electrónicos de cada una de las dos alternativas de solución: primero aparece el sistema que corresponde a la adaptación del paro de emergencia y luego el esquema con doble botonera con paro de emergencia.

Figura 84. Circuito electrónico de adaptación del paro de emergencia.



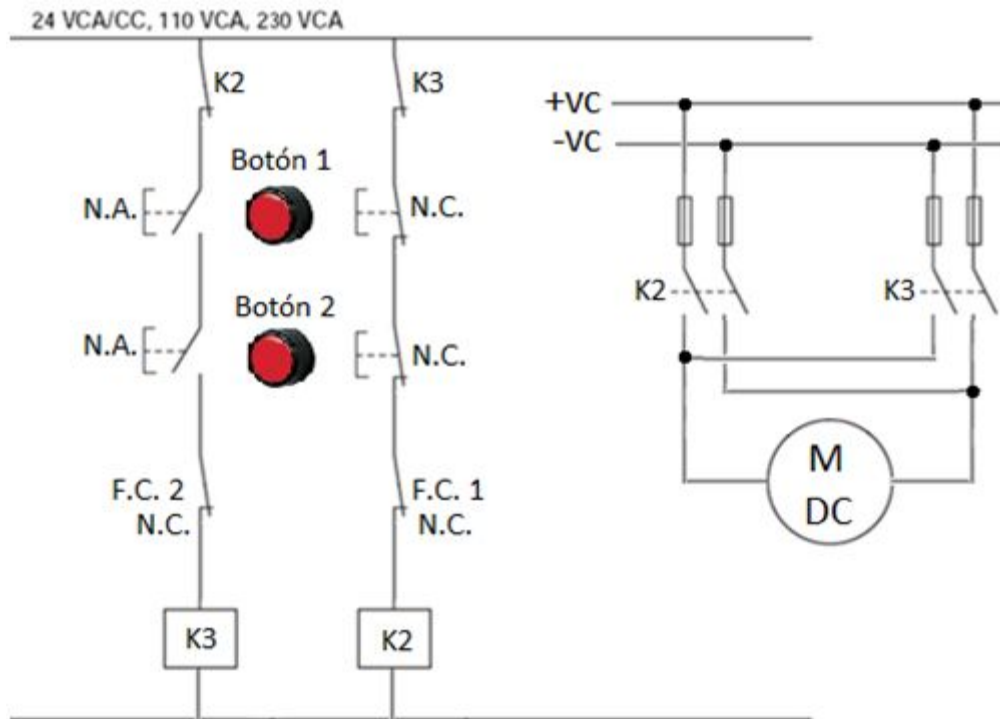
Fuente: ROCKWELL AUTOMATION, Aplicaciones que usan dispositivos de seguridad⁷.

La funcionalidad de este circuito consta que el paro de emergencia funcionará como un interruptor Normalmente Cerrado. Los demás interruptores hacen referencia a los botones de Inicio y de Parada de la máquina que están implementados en este momento. Cuando se presiona el Botón de Inicio, el motor a.c. empieza a funcionar y sólo dejará de hacerlo si el operario presiona el Botón de Parada. Pero si durante el funcionamiento de la máquina, el operador hace uso del Paro de emergencia, el circuito se abrirá y hará que el motor pare como si el usuario hubiera parado la máquina normalmente. En este momento el botón de paro de emergencia, por poseer enclavamiento, hará que el circuito permanezca aislado y si el usuario presiona el botón de Inicio, la máquina no operará y sólo lo hará hasta que el paro de emergencia sea desenclavado.

⁷ Ibid., p. 8. Disponible en internet en:

<http://es.scribd.com/doc/57087892/Aplicaciones-Disposit-de-Seg>

Figura 85. Circuito electrónico de adaptación de doble botonera.



El esquema anterior es complementario al anterior ya descrito debido a que este hace referencia al motor a.c. general de la máquina y estará presente halla o no halla implementación de doble botonera.

El esquema de Doble botonera está caracterizado por presentar dos contactores que harán la conmutación del cambio de giro del motorreductor cuando sea necesario y sus interruptores de salida se configuran inversamente uno del otro para permitir tal acción. Cada contactor viene enlazado en serie de un conjunto de interruptores que corresponden a un interruptor Normalmente Cerrado del contactor contrario y de un Final de Carrera. Además cada interruptor posee un interruptor de los dos botones pero uno trabaja con el interruptor Normalmente Cerrado y el otro con el Normalmente Abierto.

El funcionamiento del circuito empieza desde que el motorreductor tenga el eje lineal adentro de él. En este momento el final de carrera 1 (F.C. 1) se encuentra presionado y por lo tanto el interruptor se abre y aísla la bobina del contactor 2 (K2). En este instante los dos contactores se encuentran desenergizados.

Para lograr que el eje lineal del motorreductor salga se debe mantener presionado los dos botones implementados; cuando suceda esto, los interruptores N.A. y N.C. de estos se cierran y se abren respectivamente. En este momento se energiza el contactor 3 (K3), haciendo que el motor funcione y empiece a salir el eje lineal y por consiguiente el F.C. 1 se suelta dando resultado de que el interruptor utilizado se cierre y que el interruptor N.C. del K3 se abra. Cuando el eje lineal llegue a su tope, el F.C. 2 es presionado por lo que su interruptor utilizado se abra haciendo que K3 se desenergice y pare el motor.

Para lograr que el eje lineal vuelva a su origen, se dejan de presionar los dos botones y sus interruptores vuelven a su respectivo estado, consiguiendo que el K2 se energice y el motor cambie de sentido de giro. En este momento el interruptor N.C. del K2 se abre; también el F.C 2 se suelta y su interruptor vuelve a su estado original. Cuando el eje lineal llegue a su origen, nuevamente el F.C. 1 se presiona y abre el circuito desenergizando a K2 y se pare el motor y comienza el ciclo de nuevo.

7.3.1.3.1.4. Entorno Ambiental.

- Realizar el cambio de las bombillas de cada una de las lámparas de la habitación donde se encuentre la máquina tan pronto sea posible cuando una de estas ha dejado de funcionar ya que no se cuenta con buena intensidad de iluminación natural y puede ocasionar en este estado un mal proceso en las máquinas y podría ocasionar un accidente.
- Realizar retoques o pintado total de las delimitaciones cuando estas empiecen a desgastarse o estén completamente desgastadas.

7.3.1.3.1.5. Aspectos Generales. Implementar los demás pictogramas que hacen falta, reemplazar los que empiezan a deteriorarse y reubicar los que se encuentren en zonas lejanas u ocultas a los operarios y personal visitante a la planta.

7.3.1.3.1.6. Otros Riesgos. Cambiar las sillas por unas que posean graduación de la altura del asiento y que posea una mayor altura del espaldar y este último posea inclinación, con el fin de tener al operario frente a la zona de operación y no trabaje ni parado ni curvee su espalda al hacer sus labores. Además, que las sillas posean cojín en el asiento y espaldar para darle comodidad al operario en todo el tiempo de su operación.

7.3.2. Tejedora. Se encuentra ubicada en la segunda planta de la empresa, en donde se realizan todo los tipos de enmallados por rollos para ser utilizados para la fabricación de filtros o para ser comercializados. Dentro de esta planta se encuentran 4 Tejedoras, las dos más pequeñas son para calibres de hilo delgado y las otras dos para calibres de hilo grueso. Todas las máquinas poseen el mismo mecanismo de tejido pero se diferencian por su tamaño: las tejedoras TKH-1 y TKH-2 son las más pequeñas y las tejedoras KL-1 y KL-2 son las más grandes.

7.3.2.1. Presentación de la máquina. Se ha seleccionado la Tejedora TKH-2, utilizada para el tejido de mallas de calibre de hilo delgado. Los datos recogidos de esta y las soluciones que se plantean son iguales para las demás Tejedoras.

La Tejedora de mallas dispone de una unidad de giro propulsada por un motor eléctrico que transmite la fuerza necesaria para el movimiento de las partes móviles de la máquina. Tiene un sistema de alimentación independiente situado en la parte posterior, que alimenta en continuo a la unidad de volteo formada por un eje longitudinal centrado en el interior de la máquina y sobre el que atacan de manera transversal dos carros principales movidos por dos ejes de levas situados en los laterales de la máquina. Uno de los ejes de levas mueve el carro en donde se sitúan los gatillos para que éstos fijen los hilos según el eje Z y el otro eje de levas desplaza el carro de entrelazado para que los piñones ranurados atrapen en su interior los hilos y posteriormente, al desplazarse por sus correspondientes cremalleras, los entrelacen formando el retorcido de la malla. Por último, entra en funcionamiento la cizalla situada en la parte delantera de la máquina cortando unitariamente las mallas

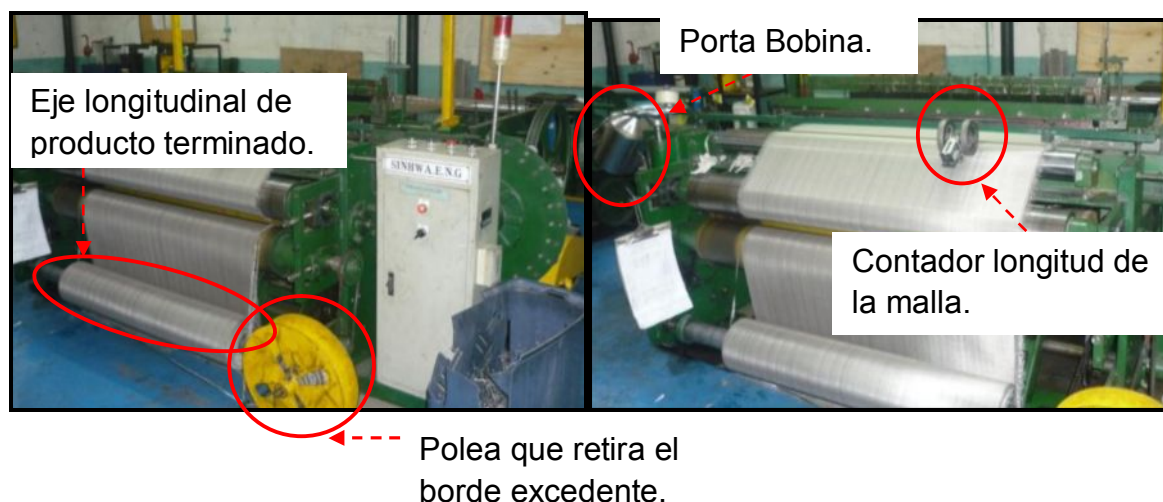
Figura 86. Sistema de la Tejedora



Figura 87. Proceso de la Tejedora TKH-2.

(1) ALIMENTACIÓN	(2) TEJER MALLA	(3)CORTE DE BORDES	(4) EXTRACCIÓN PRODUCTO
<p>Se determina el calibre del hilo para la malla y se ajusta el eje longitudinal que posee el Urdimbre, en la parte trasera de la máquina.</p> <p>Se coloca un rollo de hilo del mismo calibre en un Porta Bobina y se ajusta a la Lanzadora de la máquina. Este hilo es la Trama de la malla, y se cambia cuando se termine el hilo.</p>	<p>Un motor eléctrico le da movimiento a los elementos móviles de la máquina y al eje longitudinal (movimiento lento y continuo).</p> <p>Después de pasar por diversos rodillos, el Urdimbre pasa a la zona de tejido donde se entrecruza con la trama. Una cizalla corta la medida exacta de la trama.</p>	<p>La malla empieza a salir con bordes sobrantes por lo que cuando la malla está siendo enrollada, se va retirando este borde de manera automática por una polea que tensiona el borde y hace el quiebre de este con una cuchilla.</p> <p>Cuando se trabaja con hilos gruesos, el proceso de corte se hace manualmente.</p>	<p>Se retira el eje longitudinal que posee la malla final y se envuelve con bolsa flexible transparente con una etiqueta con todas las especificaciones de la malla. La longitud de la malla la da la máquina por un contador ubicado después del tejido de la malla.</p>

Figuras 88 y 89. Tejedora TKH-2 en funcionamiento.



7.3.2.2. Desarrollo conceptual.

7.3.2.2.1. Identificación de necesidades.

7.3.2.2.1.1. Encuestas y trabajo con los empleados. Al hablar con los operarios de la máquina, se obtienen información cómo:

- “La guarda del eje de transmisión está incompleta para ver si en algún momento hay un problema de transmisión de movimiento.”.
- “No se necesita realizar mantenimiento constante al eje de transmisión de la máquina”.
- “Las mismas personas encargadas del proceso somos los mismo que realizan las labores de mantenimiento y ajustes de la máquina”.
- “No es necesario permanecer cerca de la máquina durante todo el proceso de enmallado. Sólo se hace cuando hay alguna falla o se ha terminado el proceso”.
- “Se debe intervenir sobre la máquina cuando el hilo de trama se ha terminado”.
- “Las partes externas de la máquina operan lentamente. Las partes complejas y rápidas se ubican en el centro de la máquina”.
- “Se debe realizar mantenimiento cuando el hilo de trama o urdimbre se ha reventado por alguna razón”.
- “La máquina se detiene automáticamente cuando ha terminado el proceso de tejido”.
- “Se pasa por el lado de las máquinas constantemente para realizar labores de limpieza, de realimentación o transporte de material cuando la máquina está operando”.

7.3.2.2.1.2. Aplicación del protocolo. Los resultados al aplicar el protocolo se observan en el Anexo J. De acuerdo a estos resultados, se presentan 4 puntos peligrosos para trabajar sobre la troqueladora, donde hay posibilidad de que ocurra un accidente por atrapamiento.

Figuras 90, 91 y 92. Puntos a trabajar en la Tejedora TKH-2.



7.3.2.2.1.3. Análisis retrospectivo. De acuerdo al reporte de accidentalidad mostrado en el anexo H, se observa que no han ocurrido accidentes en la máquina.

7.3.2.2.1.4. Diagnóstico.

7.3.2.2.1.4.1. Guardas.

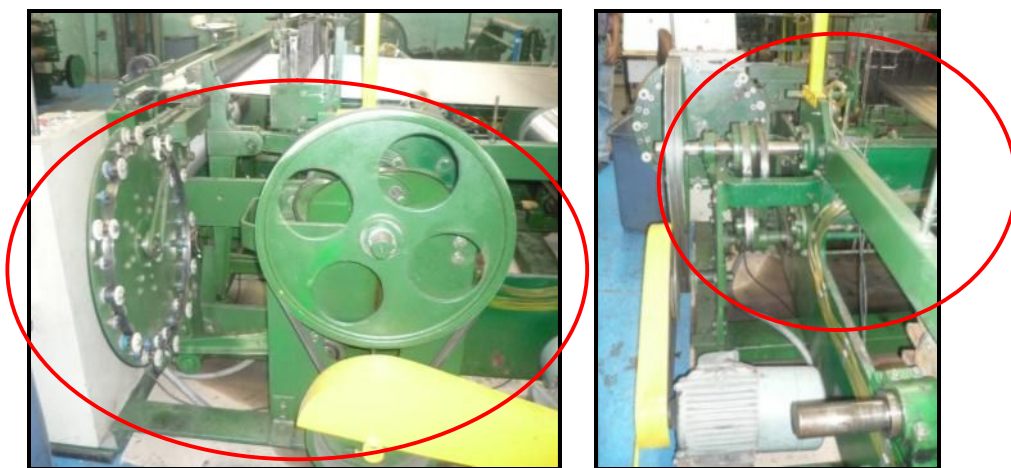
- La máquina se encuentra provista de una guarda fija pero está incompleta, tiene una zona donde se evitan acciones o contacto físico con partes móviles de esta pero, hay zonas donde aún hay riesgo de accidentes por atrapamiento. Además, en las zonas laterales no hay guardas y hay riesgo de producir accidentes por el

contacto directo de una persona sobre los elementos móviles que posee la máquina.

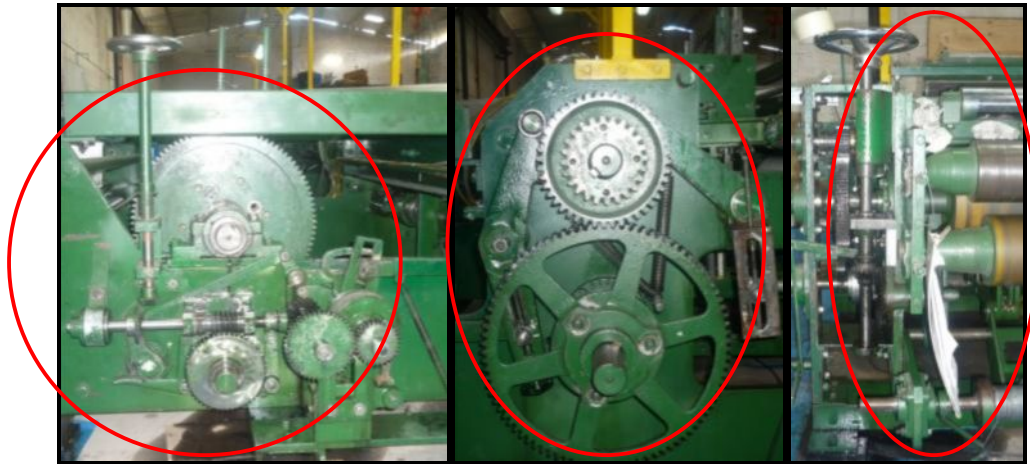
Figura 93. Guarda incompleta y Zona donde se necesita guarda.



Figura 94. Zonas donde no se tiene provisto de ningún tipo de guarda, parte lateral izquierdo de la Tejedora.



Figuras 95, 96 y 97. Zonas donde no se tiene provisto de ningún tipo de guarda, parte lateral derecho de la Tejedora.



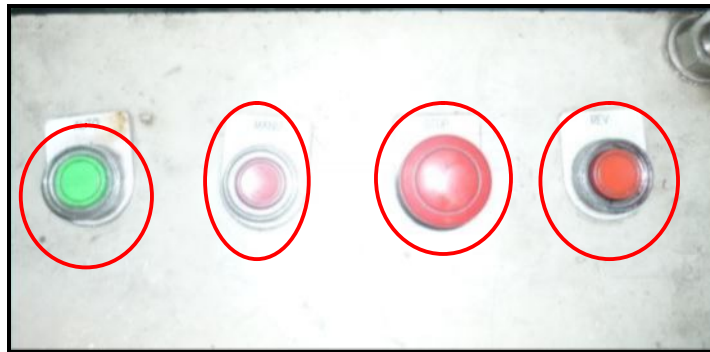
- La máquina no está provista de guardas móviles.
- No existen dispositivos de protección que eviten el acceso a las partes móviles mientras la máquina se encuentra en funcionamiento.

7.3.2.2.1.4.2. Mandos.

- Los dispositivos de mandos no se encuentran bien ubicados ya que están cerca de zonas de peligro. Además no son fácilmente identificables ya que estos poseen letreros pero están en inglés, están abreviados y son pequeños, por lo cual no se pueden maniobrar de forma inequívoca y podría ocurrir equivocaciones de operación.
- Los mandos son maniobrables con seguridad porque sus botones no se sobresalen al ser accionados y exigirá siempre una maniobra intencionada.
- La máquina dispone de dispositivo de Paro de emergencia provocando una parada del proceso peligroso en un tiempo suficientemente corto pero este no está claramente identificado y además no posee retención por lo cual la máquina puede ser operada a iniciarla de nuevo.

- El restablecimiento de la alimentación de energía de la máquina tras una interrupción, no provoca situación alguna de peligro como puesta en marcha intempestiva. La máquina se desactiva desde la planta central de alimentación.

Figura 98. Mandos.



7.3.2.2.1.4.3. Bloqueos. Para efecto del manejo de energías peligrosas en cuanto a lograr condición de trabajo seguro para las intervenciones de mantenimiento, no existen dispositivos de bloqueo eléctrico ni en el tablero principal (general) ni en el auxiliar (propio de cada máquina). Además, ambos tableros poseen una chapa para bloqueo por llave, pero la llave está insertada en la chapa, por lo cual alguien puede volver alimentar la máquina cuando esta fue desconectada.

Figura 99. Tablero auxiliar sin bloqueo eléctrico.



Figura 100. Tablero General sin bloqueo eléctrico.



7.3.2.2.1.4.4. Entorno ambiental.

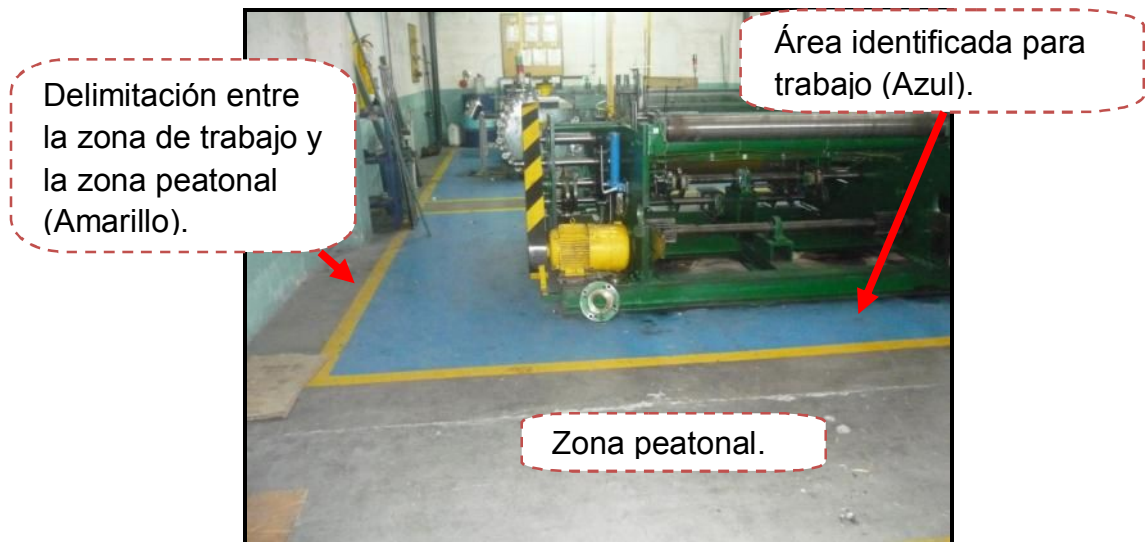
- Todo el establecimiento, tanto para las máquinas como las zonas de almacenamiento y área peatonal, se encuentran bien iluminadas en el día por la luz natural y en la noche por la luz artificial. Cada máquina dispone de dos lámparas y toda la zona posee de igual manera iluminación.

Figura 101. Iluminación Natural y Artificial en el establecimiento.



- La máquina cuenta con buena delimitación, indicando la zona de trabajo de la máquina y el límite entre esta zona y la zona peatonal. No presentan deterioro.

Figura 102. Delimitación en el establecimiento.



- El entorno de la máquina permanece limpio de residuos, retales, manchas de aceite o grasa, etc., y es organizado. En algunas zonas utilizan algunos cartones para evitar que aceite utilizado sobre la máquina, caiga al piso pero estos cartones no ocasionan estorbo del paso del personal.

Figura 103. Entorno de las máquinas se encuentra limpio.



Figura 104. Objetos alrededor de la máquina pero no provoca obstáculo alguno para una persona.



- Se encontró una zona donde había un elemento que no pertenece en la máquina ni es utilizada en el proceso.

Figura 105. Objetos no necesarios en la máquina.



7.3.2.2.1.4.5. Aspectos generales.

- No se cuenta con un manual de instrucciones sobre el correcto manejo, funcionamiento, instalaciones, etc., sobre la máquina. Sólo se tiene un manual eléctrico dentro del tablero auxiliar de la máquina.

- Se cuenta con pictogramas para señalar los riesgos residuales de las máquinas tras aplicar las medidas de prevención pertinentes, pero estas se encuentran todas pegadas sobre la pared y no hay ninguna cerca de algunas máquinas que están en la zona central del establecimiento.

Figuras 106. Pictogramas para la señalización.



- Se tiene un programa de mantenimiento y revisiones periódicas de la máquina anualmente.
- Los operarios hacen uso de Elementos de Protección Personal (EPP) como la protección auditiva y Botas cuando la máquina está en funcionamiento, ya que estos no necesitan estar cerca de esta en ese instante. Adicionalmente, hacen uso de Gafas y de Guantes cuando los operarios realizan corte manual de los bordes de las mallas y cuando se están manipulando estas en el empaquetado.

7.2.2.1.5. Evaluación de riesgos. Esta se encuentra en el anexo K.

7.1.2.2. Generación de conceptos. Debido a los riesgos identificados, los cuales consisten principalmente en partes móviles (sistemas de transmisión) sin protección, lo más indicado es el uso de resguardos fijos, por lo que se tienen los siguientes conceptos:

- Resguardo fijo particular: Diseñar resguardos para cada elemento del sistema de transmisión que se encuentre expuesto y de esa forma evitar una interacción directa con el riesgo por parte del operario.

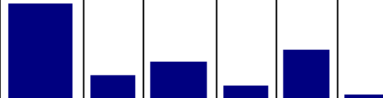
- Aislamiento de la máquina: Diseñar guardas fijas que permitan un total aislamiento de la máquina, agregando guardas móviles con dispositivos de enclavamiento sobre estas para que el operario tenga acceso a las partes que necesite intervenir en la máquina.

7.1.2.3. Prueba de conceptos. Al aplicar los conceptos generados sobre la problemática, se pueden obtener las siguientes apreciaciones:

- Implementar resguardos fijos particulares se debe invertir más tiempo en el proceso de diseño, ya que se deben buscar soluciones que aislen cada uno de los elementos expuestos. Además, el proceso de instalación de estos demanda mayor cantidad de tiempo. La mayor desventaja de esta es que si se necesita realizar un tipo de mantenimiento, es necesario realizar un desmontaje completo de estos
- Implementar una guarda que aisle la totalidad de la máquina, es mucho más sencillo, menor tiempo de diseño demandando menor tiempo que los resguardos particulares. Además, como se adicionarán guardas móviles, estas permiten realizar fácilmente intervenciones sobre la máquina cuando sea necesario, evitando invertir tiempo en el desmontaje y montaje de los resguardos. Al aplicar un aislamiento general se deben instalar estructuras más grandes, por lo que se ocupará mayor espacio que en el caso de usar resguardos particulares.

7.1.2.4. Selección de conceptos. Debido a que la maquina posee muchas partes móviles expuestas y a que se debe realimentar la máquina, la mejor opción para intervenir esta problemática es el aislamiento general de la máquina, ya que con este se invertirá menos tiempo en el proceso de diseño y se facilitaran las labores de alimentación y de mantenimiento.

Con base en la anterior identificación de necesidades se realizó el siguiente Despliegue de la función de la calidad:

QFD Ingeniería y Filtración - Tejedora			Customer Importance	Características Técnicas					
				Diseño de la guarda.	Material de fabricación.	Normas de seguridad.	Resistencia de la Guarda.	Dispositivos de enclavamiento.	Peso de la guarda.
Requerimientos del cliente	Inspira confianza.	4.0			⊙	○	△		
	No genera riesgos adicionales.	5.0	⊙						
	Aísla adecuadamente el riesgo mecánico.	5.0	⊙			○			
	Permite observar el proceso.	3.0		⊙					
	Permite intervenir en el proceso.	3.5	⊙				⊙		
	Mantiene al operario fuera de zonas de operación.	5.0	⊙						
	Facil manejo.	4.0	○				○	△	
	No genera retrasos en los tiempos del proceso.	5.0	⊙						
	Bajo costo.	3.0		⊙		△	○		
	Cumple con normas de seguridad.	5.0			⊙		⊙		
	Facil mantenimiento.	3.0	⊙				△	○	
	Weighted Importance			205.5	54.0	81.0	30.0	104.5	13.0
Relative Importance									

Al observar el QFD, se observa que hay 3 características técnicas que poseen un mayor peso sobre las demás, pero hay una que posee mayor peso que todas. En su orden de mayor peso son: Diseño de guarda, Dispositivos de enclavamiento y Normas de Seguridad.

Esto da entender que la prioridad sobre el diseño de alternativas de solución deben estar fundamentadas por el diseño de una guarda que aisle elementos móviles constantes de la máquina, también el uso dispositivos de enclavamiento para parar la máquina en momentos necesarios y que estos elementos implementados cumplan con las Normas de Seguridad adecuadas para no provocar algún otro tipo de riesgo y asegurar de que se aisle lo que ya presenta la máquina.

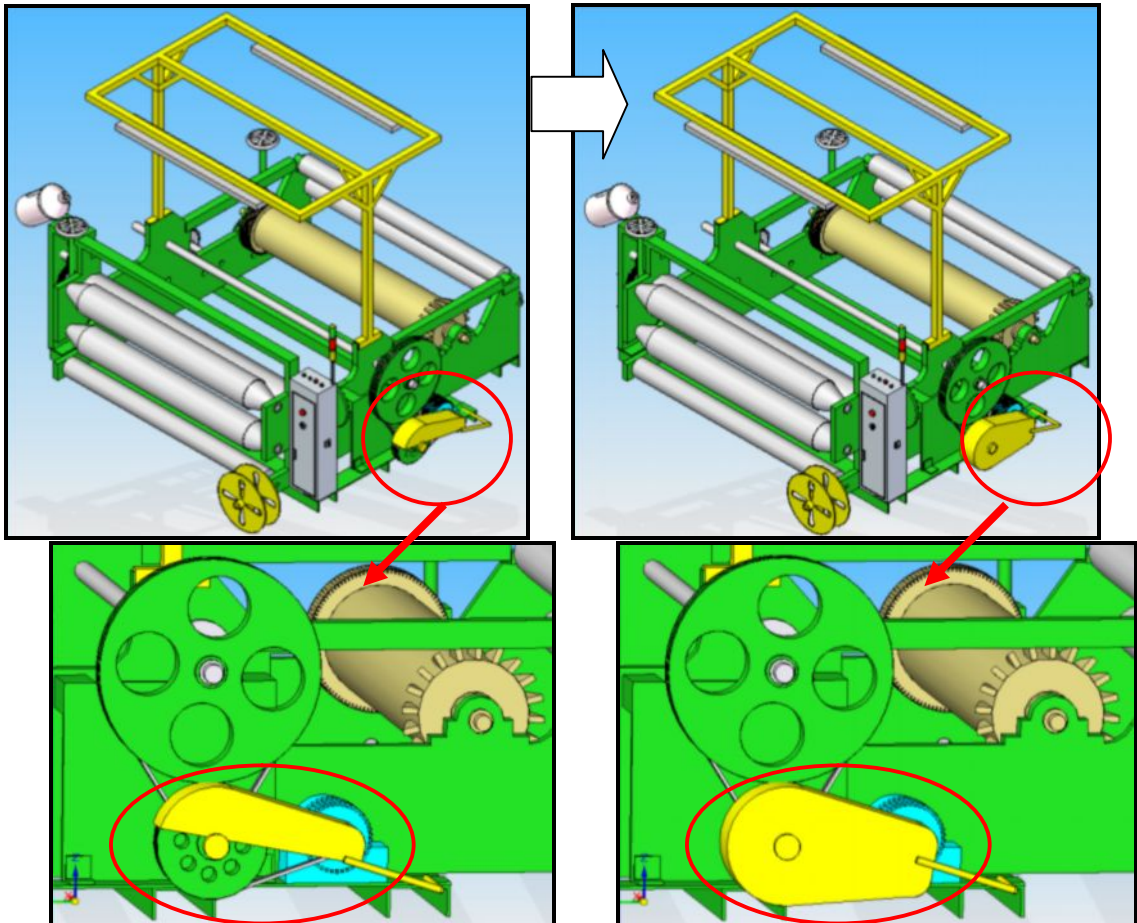
7.3.1.3. Diseño a nivel sistema.

7.3.1.3.1. Plantear las alternativas de solución.

7.3.1.3.1.1. Guardas.

- Complementar la guarda presente en la máquina que cubre parcialmente una polea, unas bandas de transmisión y un motor; la guarda complementada terminaría de cubrir la zona donde aún hay riesgo a accidentes. Aprovechando la estructura que posee la guarda actual, se recomienda que el complemento sea del mismo material y que sea acoplado mediante soldadura.

Figura 108. Guarda incompleta e implementación de una guarda completa.



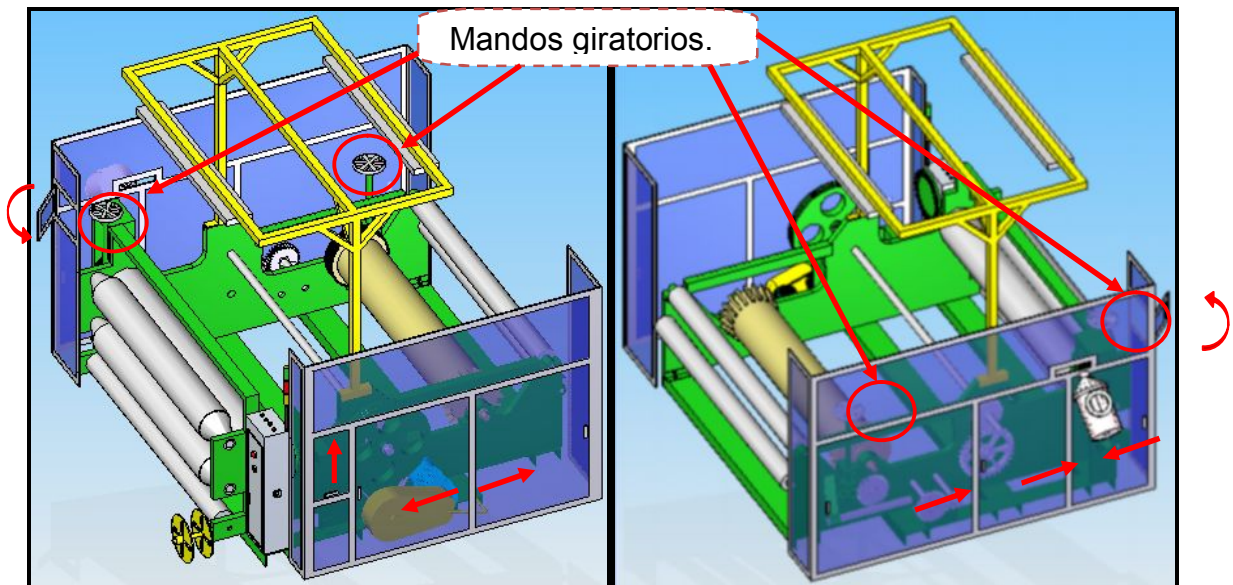
- Para manejar el riesgo presentes en las zonas laterales de la máquina, se recomienda aislar estas zonas por medio de unas guardas fijas estructurales. Se pretende que estas guardas sean de policarbonato con el fin de evitar ocultar el proceso para detectar errores durante el funcionamiento de la máquina.

Se implementa guardas móviles en zonas estratégicas sobre las guardas estructurales para labores de mantenimiento. Cada una de estas debe tener enclavamiento eléctrico para parar la máquina cuando una de estas guardas es abierta, evitando que alguna persona haga contacto directo con la máquina por medio de esta guarda, cuando la máquina está en funcionamiento.

Algunas guardas móviles son del tipo corredizas, con el fin de evitar que estas ocupen espacio exterior cuando sean abiertas. Se utiliza una guarda móvil tipo

puerta en la parte frontal izquierdo para poder manipular un mando giratorio usado cuando la máquina se encuentre quieta. El otro mando puede ser manipulado abriendo una de las guardas corredizas.

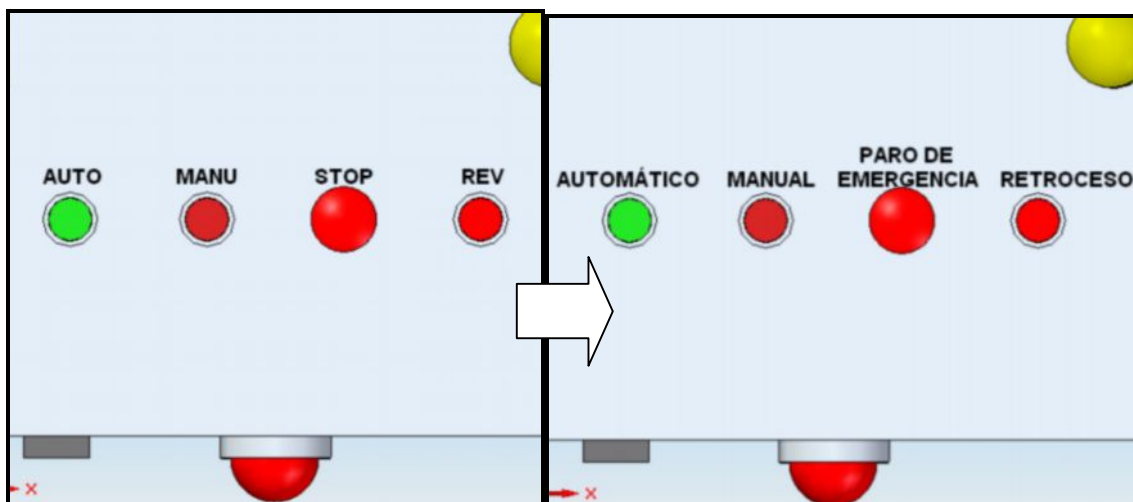
Figura 109. Guardas fijas estructurales con guardas móviles aplicadas sobre toda la máquina.



A pesar de que con la guarda estructural cubre también la guarda que estaba incompleta, esta se deja debido a que por norma los elementos estáticos que producen movimiento deben tener su guarda propia.

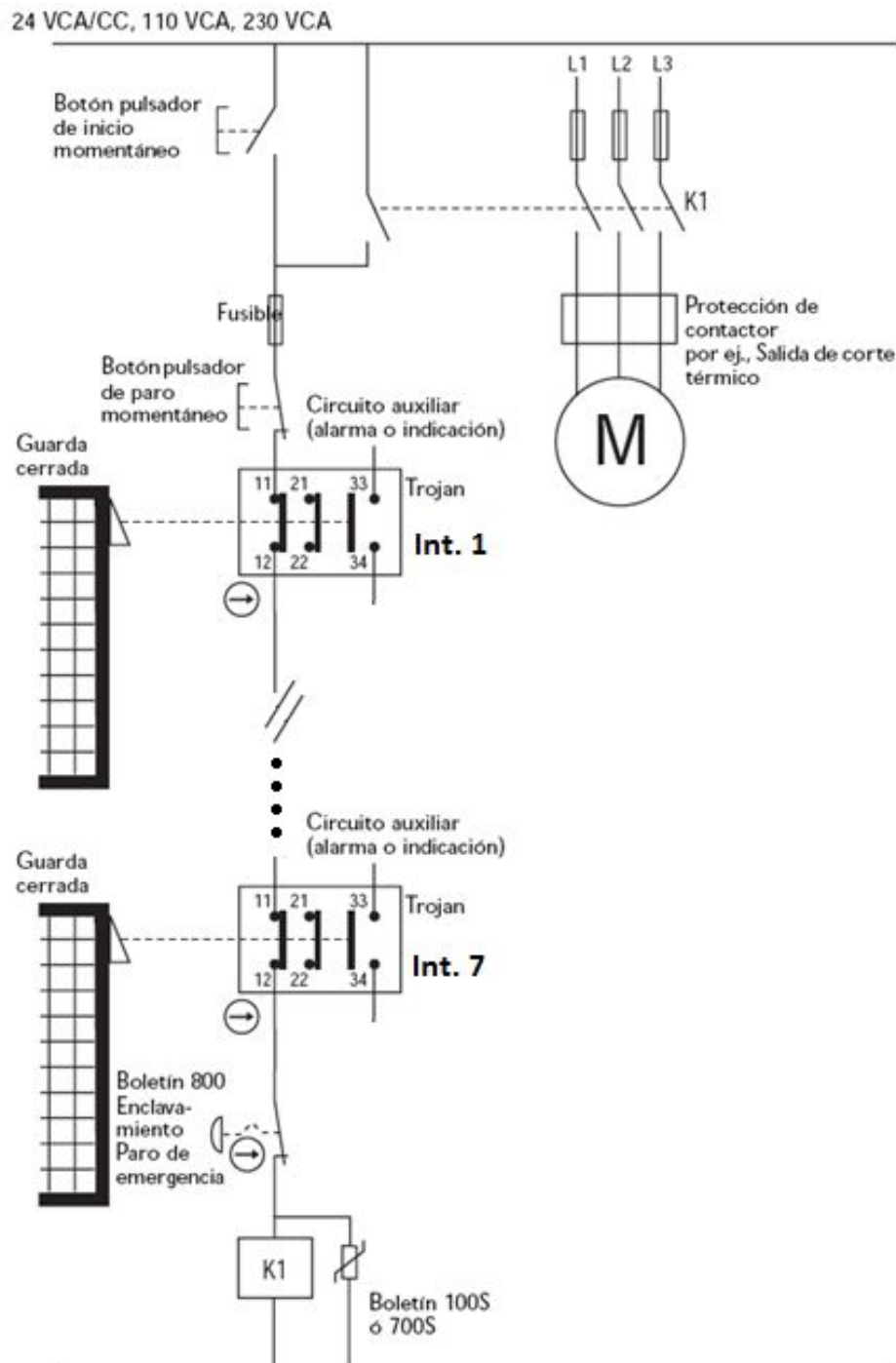
7.3.2.2.1.4.2. Mandos. Implementar mandos que cumplan con las normas de identificación, usando letreros en español para que de esa forma se eviten errores en el momento de su operación y que el paso de emergencia posea un enclavamiento al ser accionado.

Figura 110. Identificación en los Mandos.



A continuación se muestra el esquema electrónico de la implementación del paro de emergencia y un interruptor con enclavamiento en las guardas logrando que la máquina deje de operar en caso de un accidente o de que alguna guarda fuese abierta durante operación de la máquina.

Figura 111. Circuito de conexión para dispositivos de enclavamiento y paro de emergencia Tejedora.



Fuente: ROCKWELL AUTOMATION, Aplicaciones que usan dispositivos de seguridad⁸.

⁸ Ibíd., p. 8. (adaptado para fines del proyecto), Disponible en internet en:

<http://es.scribd.com/doc/57087892/Aplicaciones-Disposit-de-Seg>

La funcionalidad de este circuito consta que el paro de emergencia funcionará como un interruptor Normalmente Cerrado. Los demás interruptores hacen referencia a los botones de Inicio y de Parada de la máquina que están implementados en este momento y de los Interruptores de enclavamiento que posee cada guarda móvil.

Cuando se presiona el Botón de Inicio, el motor a.c. empieza a funcionar y sólo dejará de hacerlo si el operario presiona el Botón de Parada. Pero si durante el funcionamiento de la máquina, el operador hace uso del Paro de emergencia, el circuito se abrirá y hará que el motor pare como si el usuario hubiera parado la máquina normalmente. En este momento el botón de paro de emergencia, por poseer enclavamiento, hará que el circuito permanezca aislado y si el usuario presiona el botón de Inicio, la máquina no operará y sólo lo hará hasta que el paro de emergencia sea desenclavado.

Por otro lado, si durante el funcionamiento de la máquina el operario abre alguna(s) de las guardas móviles, el(los) interruptor(es) que se encuentra(n) en esta(s) guarda(s) se abre(n) haciendo que se aisle el circuito y se logra que la máquina pare. De igual manera que en el caso del paro de emergencia, si el usuario desea hacer operar la máquina cuando la(s) guarda(s) sigue(n) abierta(s), la máquina seguirá inactiva hasta que esta(s) sea(n) cerrada(s).

7.3.2.2.1.4.3. Bloqueos. Implementar un dispositivo de bloqueo con candado y tarjeta para interruptor como el mostrado en la Figura 13 del Marco Teórico, o en su defecto mantener las chapas sin las llaves puestas y que estas sean manejadas por el personal que vaya o esté realizando algún tipo de intervención sobre la máquina para evitar que la máquina se reactive cuando se esté realizando labores de mantenimiento.

7.3.2.2.1.4.4. Entorno ambiental. Quitar los elementos que no hagan parte de la máquina para evitar que ésta pueda ocasionar algún accidente.

7.3.2.2.1.4.5. Aspectos generales.

- Implementar un manual de instrucciones de la máquina y tenerlo cerca para cuando se requiera.

- Implementar pictogramas cerca a las máquinas que se encuentran en la zona central del establecimiento para señalar los riesgos residuales de las máquinas.

8. CONCLUSIONES

Un riesgo mecánico es algo que se puede presentar fácilmente en cualquier planta de producción, ya que toda maquinaria se encuentra dotada de elementos móviles que constituyen una fuente de riesgo.

Por medio de la ingeniería concurrente y la aplicación de diferentes protocolos y normas de inspección se puede lograr una correcta identificación de las fuentes de riesgo que representan mayor peligro para la integridad de los empleados en cualquier planta de producción.

Luego de identificar las fuentes y las necesidades que se tienen, se realiza una evaluación de riesgos que indique cuales son los aspectos a intervenir y de esa forma tener toda la información necesaria para iniciar el proceso de generación de conceptos, en los cuales siempre se debe tener en cuenta la información que brinden los empleados de las compañías, ya que son ellos quienes se encuentran a diario con la maquinaria y quienes poseen un mayor conocimiento de su funcionamiento, con ayuda del cual pueden brindar excelentes sugerencias de solución a los problemas.

La jerarquía de controles es el método más apropiado para definir de qué forma se debe intervenir el riesgo, ya que por medio de él se puede realizar de forma ordenada un análisis de los conceptos, para definir cuáles de estos son viables o cuales no, de acuerdo a la problemática que se quiera solucionar.

Finalmente, se puede concluir que la oportuna intervención de los riesgos es algo de vital importancia, ya que lo primordial es la integridad de los seres humanos, además de que al brindarle mejores condiciones de seguridad, los empleados se sentirán más motivados a trabajar y mejoraran su productividad en las plantas de producción.

BIBLIOGRAFIA

- Asfahl, C. Ray. Seguridad industrial y salud. 4 ed. México: Prentice Hall, 2000.
- Capuz Rizo, S. Ingeniería Concurrente para el diseño de productos. Alfaomega. 2001.
- INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo). Cuestionario de chequeo para el control de riesgo de atrapamiento en máquinas: NTP 325, 2005.
- -----Medidas de seguridad en máquinas: criterios de selección: NTP 235, 2005.
- -----Protección de máquinas frente a peligros mecánicos: resguardos: NTP 552, 2005.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARIZATION. Seguridad de las máquinas. Principios de evaluación de riesgos: ISO 14121, 2007.
- Normas UNE. Seguridad de las Máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles: UNE-EN 953, 1998.
- Occupational safety & Health Administration The Control of Hazardous Energy (lockout/tagout): OSHA 29 CFR, 1910.
- ROCKWELL AUTOMATION. Diseño y desarrollo de productos. (adaptado para fines del proyecto). [consultado 06 de Junio de 2011] Disponible en internet en:
<http://es.scribd.com/doc/57087892/Aplicaciones-Disposit-de-Seg>
- Sabogal, Bernardo Roger. Guardas y dispositivos de protección. [CD-ROM]: Windows XP o posterior. Santiago de Cali: 2010.
- -----Diseño de guardas. [CD-ROM]: Windows XP o posterior. Santiago de Cali: 2010
- -----Asesoría en gestión del riesgo mecánico por atrapamiento en máquinas. [CD-ROM]: Windows XP o posterior. Santiago de Cali: 2010.

Anexo A. Protocolo Empacadora Lawton.

INSPECCIÓN A EQUIPOS CON RIESGO POR ATRAPAMIENTO					
Ítem N°	Condición	Cumple			Observaciones
		SI	NO	N/A	
GUARDAS					
1	Existen guardas fijas que impiden el acceso a elementos móviles a los que se debe acceder ocasionalmente.		X		No se presenta ningún tipo de guardas, por lo cual se ha presentado atrapamiento de las prendas de vestir de los trabajadores.
1.1	Las guardas fijas están sólidamente sujetas en su lugar.		X		
1.2	Para su apertura se precisa utilizar herramientas.		X		
1.3	Los guardas son de fabricación sólida y resistente.		X		
1.4	Los guardas no ocasionan riesgos suplementarios.		X		
1.5	Si existen aberturas en las guardas, éstos están a suficiente distancia de la zona peligrosa.		X		
2	Existen guardas móviles que impiden el acceso a elementos en movimiento cuando se prevén intervenciones frecuentes.		X		No se tienen, pero son necesarias en la salida del producto, donde el operario debe acceder constantemente.
2.1	Es imposible que los elementos móviles estén en funcionamiento si la guarda móvil no está correctamente cerrada.			X	
2.2	La ausencia o el fallo de uno de sus dispositivos, impide la puesta en marcha o provoca la parada de los elementos móviles.			X	
2.3	Los guardas son de fabricación sólida y resistente.			X	
2.4	Las guardas no ocasionan riesgos suplementarios.			X	
2.5	Si existen aberturas en las guardas, éstos están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.			X	
3	Si existen dispositivos de protección se encuentran bien instalados, operativos y evitan el acceso a las partes móviles mientras la máquina se encuentra en funcionamiento. (Cortinas de Luz, Tapetes sensibles, etc.)		X		
MANDOS					
4	Los dispositivos de mando son claramente visibles e identificables.		X		Los mandos no son claramente identificables.
5	Son maniobrables con seguridad y de forma inequívoca.		X		No tienen una correcta identificación, por lo cual no se conoce la función de los mandos.
6	Su accionamiento exigirá siempre una maniobra intencionada.		X		No están debidamente ubicados y pueden ser accionados accidentalmente.
7	Están colocados fuera de las zonas peligrosas, salvo excepciones en caso de necesidad (p.e: paro de emergencia).		X		Se encuentran ubicados cerca elementos móviles que pueden ocasionar accidentes.
8	Si desde el punto de mando principal, el operador no controla todas las zonas peligrosas, existe una alarma acústica previa a la puesta en marcha de la máquina que permita a la persona expuesta disponer de tiempo para abandonar la zona peligrosa o de medios para oponerse a la puesta en marcha efectiva de la máquina.		X		No se cuenta con alarma acústica.
9	La máquina está provista de dispositivos de paro de emergencia claramente identificables, visibles y accesibles desde cualquier punto de operación que pueda generar riesgo.	X			Si se tienen los dispositivos de paro de emergencia, pero no se encuentran correctamente identificados.

Anexo A. (continuación)

9.1	Su accionamiento provoca la parada del proceso peligroso en un tiempo suficientemente corto como para evitar consecuencias graves.	X			
9.2	El mando de parada de emergencia tiene retención e implica una maniobra intencionada para su desbloqueo.	X			
9.3	El desbloqueo del mando de parada de emergencia no pone la máquina en marcha de nuevo.	X			
10	El restablecimiento tras una interrupción de la alimentación de energía de la máquina, no provoca situación alguna de peligro (p.e: puesta en marcha intempestiva, ineficacia de los dispositivos de protección, etc.).	X			
BLOQUEOS					
11	El equipo posee switch con bloqueo para candado para impedir el suministro eléctrico.	X			
12	El equipo posee válvulas con bloqueo para candado para impedir el suministro hidráulico.			X	
13	El equipo posee válvulas con bloqueo para candado para impedir el suministro neumático.			X	
ENTORNO AMBIENTAL					
14	La iluminación normal permite realizar con perfecta distinción de detalles las distintas operaciones de trabajo, puesta a punto, reglaje, limpieza y mantenimiento. Y en caso de no serlo la máquina va dotada de iluminación localizada.		X		Cuando se trabaja durante la noche, se presentan dificultades en la distinción de detalles debido a problemas de iluminación.
15	Se evitan en la iluminación parpadeos, deslumbramientos, sombras y efectos estroboscópicos que pueden producir peligro.	X			
16	Cuando una máquina va dotada de alarma acústica previa a la puesta en marcha, existe garantía de que la misma será audible e identificable (no estará anulada por ruidos ambientales o enmascarada por otras alarmas)			X	
17	El entorno de la máquina permanece limpio de residuos, retales, manchas de aceite o grasa, etc.		X		Se presentan residuos de papel, herramientas y cables que obstaculizan el paso de los trabajadores.
18	La máquina está claramente delimitada de zonas de almacenamiento o de tránsito.		X		No se tiene señalización porque se piensa reubicar la máquina.
ASPECTOS GENERALES					
19	Existe manual de instrucciones y está en todo momento a disposición del operario de las máquinas.		X		
	Dicho manual especifica:				
19.1	Como efectuar sin riesgo la manutención.			X	
19.2	Como efectuar sin riesgo la instalación.			X	
19.3	Como efectuar sin riesgo la puesta en servicio.			X	
19.4	Como efectuar sin riesgo la regulación.			X	
19.5	Como utilizar sin riesgo la máquina.			X	
19.6	Como efectuar sin riesgo el mantenimiento.			X	
19.7	En el manual se advierten las contraindicaciones de uso.			X	
20	Los riesgos residuales de la máquina tras aplicar las medidas de prevención pertinentes, están debidamente señalizados a través de pictogramas fácilmente perceptibles y comprensibles.		X		No se presenta ningún tipo de señalización o pictograma.

Anexo A. (continuación)

21	El operario ha sido formado y adiestrado en el manejo de la máquina.	X			
22	El operario tiene las aptitudes necesarias para trabajar en la máquina (cualificación necesaria).	X			A ingreso a la planta se realiza un chequeo del operario para saber si se encuentra en óptimas condiciones.
23	Se observan hábitos de trabajo correctos (se siguen los métodos de trabajo establecidos, se ubican y ajustan los resguardos regulables a las necesidades de cada operación, se usan las protecciones personales cuando se precisan, etc.)		X		
24	Está establecido un programa de mantenimiento y revisiones periódicas de los elementos clave de seguridad.		X		
25	Existe un control estricto de que las operaciones de mantenimiento se realizan dentro de los plazos fijados por el fabricante.		X		
26	Se facilitan los medios materiales necesarios para la minimización del riesgo y la realización correcta del trabajo (herramientas, protecciones personales, etc.).	X			Se tienen los elementos de protección, pero falta la implementación de estos.

Anexo B. Reporte de accidentalidad Colombiana Tissue.

REPORTE DE ACCIDENTALIDAD - PERIODO DEL 1/1/2009 AL 29/8/2010								
	DIAGNÓSTICO	CARGO	PARTE AFECTADA	MECANISMO	LUGAR	AGENTE	TIPO LESIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Heridadel codo	Supervisor eléctrico	sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	el trabajador se encontraba en el almacén de herramientas de la empresa, cae hacia atrás y se hiere con el ventilador (que no tiene guarda)
2	Contusión Dededo(s) de lamano, sin daño de la(s) uña(s)	Tubero	manos	Atrapamientos	Áreas de producción	Herramientas, Implementos o utensilios.	Golpe o contusión o aplastamie nto	El trabajador se encontraba acomodando tubería y sufre trauma con hx abierta en el 3 dedo de la mano izquierda sangrado abundante.

Anexo B. (continuación)

3	Traumatismo Superficial Dela pierna, No especificado	Tubero 1	Miembros Inferiores	Caída De Objetos	Áreas De producción	Herramientas, Implementos O Utensilios.	Trauma Superficial (Incluye Rasguño)	El trabajador se encontraba en una mesa laborando con un tubo de aproximadamente 3 pulgadas x 3 metros de largo, este desliza golpeándole la pierna izquierda en la parte inferior de la canilla. Presenta inflamación.
4	Contusión Delhombro y delbrazo	Tubero 1	Miembros Superiores	Sobreesfuerzo, Esfuerzo Excesivo O Falso	Áreas De producción	Herramientas, Implementos O Utensilios.	Conmoción O Trauma Interno	El trabajador informa que se encontraba alzando una escalera metálica grande y sintió dolor en el hombro no le permite accionar su brazo.

Anexo B. (continuación)

5	Herida de dedo(s) de lamano, sin daño de la(s) uña(s)	Auxiliar Instrumentista	Manos	Pisadas, Choques O Golpes.	Áreas De producción	Herramientas, Implementos O Utensilios.	Golpe O Contusión O Aplastamiento	Al introducir rodillo se lastima dedo 2 miembro inferior mano izquierda, refiere herida de sangrado controlado.
6	Contusión de Larodilla	Mecánico Demantenimiento	Miembros Inferiores	Caída De Objetos	Áreas De producción	Ambiente De Trabajo Incluye Superficies	Torcedura , Esguince, Desgarro Muscular,	El trabajador que se encontraba caminando en el área patio, estaba revisando un material (pulpa en fruta), informa que se resbala y se golpea la rodilla.
Número de Eventos Reportados: 6								

Anexo C. Evaluación de riesgos Empacadora Lawton.

FORMATO DE INSPECCIÓN PARA CONSIGNAR LOS FACTORES DE RIESGO								
Empresa: Colombiana Tissue S.A. Área: Empaquetado Elaborado: Jonathan Bonilla. - Richard Castro G.								
GRUPO FACTOR RIESGO	FACTOR RIESGO	FUENTE FACTOR RIESGO	PUESTOS AFECTADOS	No EXP	GRADO DE PELIGRO			RESULTADO
					P	E	C	G.P
1 Microclima	Nivel luz deficiente	Dificultad en distinción de detalles durante la noche.	Operarios	2	8	7	20	1120
			Técnico de Mantenimiento	1	8	7	20	1120
3 De insalubridad	Abastos agua	Ausencia de agua potable	Operarios	2	10	10	13	1300
			Técnico de Mantenimiento	1	10	10	13	1300
4 Productores de Sobrecarga física	Posiciones inadecuadas	Posiciones Inadecuadas (de pie), trabajo repetitivo	Operarios	2	10	10	51	5100
6 Productores de Inseguridad tipo mecánico	Máquinas peligrosas sin protecciones	Empacadora Lawton	Operarios	2	9	10	50	4500
			Técnico de Mantenimiento	1	10	10	55	5500
6 Productores de Inseguridad tipo locativo	Delimitación de zonas	Ausencia de demarcación de las diferentes zonas de la empresa	Operarios	2	7	10	10	700
			Técnico de Mantenimiento	1	7	10	10	700

Anexo D. Protocolo Dobladora.

INSPECCIÓN A EQUIPOS CON RIESGO POR ATRAPAMIENTO					
Ítem N°	Condición	Cumple			Observaciones
		SI	NO	N/A	
GUARDAS					
1	Existen guardas fijas que impiden el acceso a elementos móviles a los que se debe acceder ocasionalmente.		X		Existen elementos móviles que pueden generar atrapamiento, por lo cual son necesarias.
1.1	Las guardas fijas están sólidamente sujetas en su lugar.		X		
1.2	Para su apertura se precisa utilizar herramientas.		X		
1.3	Los guardas son de fabricación sólida y resistente.		X		
1.4	Los guardas no ocasionan riesgos suplementarios.		X		
1.5	Si existen aberturas en las guardas, éstos están a suficiente distancia de la zona peligrosa.		X		
2	Existen guardas móviles que impiden el acceso a elementos en movimiento cuando se prevén intervenciones frecuentes.		X		
2.1	Es imposible que los elementos móviles estén en funcionamiento si la guarda móvil no está correctamente cerrada.			X	
2.2	La ausencia o el fallo de uno de sus dispositivos, impide la puesta en marcha o provoca la parada de los elementos móviles.			X	
2.3	Los guardas son de fabricación sólida y resistente.			X	
2.4	Las guardas no ocasionan riesgos suplementarios.			X	
2.5	Si existen aberturas en las guardas, éstos están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.			X	
3	Si existen dispositivos de protección se encuentran bien instalados, operativos y evitan el acceso a las partes móviles mientras la máquina se encuentra en funcionamiento. (Cortinas de Luz, Tapetes sensibles, etc.)		X		No se encuentra dotada de dispositivos de protección pero si son necesarios.
MANDOS					
4	Los dispositivos de mando son claramente visibles e identificables.		X		No se tienen leyendas ni pictogramas que permitan identificar la función de los mandos.
5	Son maniobrables con seguridad y de forma inequívoca.		X		No se encuentran claramente identificados.

Anexo D. (continuación)

6	Su accionamiento exigirá siempre una maniobra intencionada.	X			
7	Están colocados fuera de las zonas peligrosas, salvo excepciones en caso de necesidad (p.e: paro de emergencia).	X			El pedal de accionamiento es móvil y puede ser llevado a una zona peligrosa.
8	Si desde el punto de mando principal, el operador no controla todas las zonas peligrosas, existe una alarma acústica previa a la puesta en marcha de la máquina que permita a la persona expuesta disponer de tiempo para abandonar la zona peligrosa o de medios para oponerse a la puesta en marcha efectiva de la máquina.		X		
9	La máquina está provista de dispositivos de paro de emergencia claramente identificables, visibles y accesibles desde cualquier punto de operación que pueda generar riesgo.	X			Se tienen dispositivos de paro de emergencia pero estos no se encuentran debidamente identificados.
9.1	Su accionamiento provoca la parada del proceso peligroso en un tiempo suficientemente corto como para evitar consecuencias graves.	X			
9.2	El mando de parada de emergencia tiene retención e implica una maniobra intencionada para su desbloqueo.	X			
9.3	El desbloqueo del mando de parada de emergencia no pone la máquina en marcha de nuevo.	X			
10	El restablecimiento tras una interrupción de la alimentación de energía de la máquina, no provoca situación alguna de peligro (p.e: puesta en marcha intempestiva, ineficacia de los dispositivos de protección, etc.).	X			
BLOQUEOS					
11	El equipo posee switch con bloqueo para candado para impedir el suministro eléctrico.		X		
12	El equipo posee válvulas con bloqueo para candado para impedir el suministro hidráulico.		X		Las válvulas no poseen bloqueo y su ubicación impide la visibilidad y el fácil acceso.
13	El equipo posee válvulas con bloqueo para candado para impedir el suministro neumático.			X	
ENTORNO AMBIENTAL					
14	La iluminación normal permite realizar con perfecta distinción de detalles las distintas operaciones de trabajo, puesta a punto, reglaje, limpieza y mantenimiento. Y en caso de no serlo la máquina va dotada de iluminación localizada.	X			Se trabaja un solo turno y la ubicación de las ventanas y puertas proporciona buena iluminación.
15	Se evitan en la iluminación parpadeos, deslumbramientos, sombras y efectos estroboscópicos que pueden producir peligro.	X			

Anexo D. (continuación)

16	Cuando una máquina va dotada de alarma acústica previa a la puesta en marcha, existe garantía de que la misma será audible e identificable (no estará anulada por ruidos ambientales o enmascarada por otras alarmas)			X	
17	El entorno de la máquina permanece limpio de residuos, retales, manchas de aceite o grasa, etc.	X			
18	La máquina está claramente delimitada de zonas de almacenamiento o de tránsito.	X			La señalización es borrosa y algunas líneas son tapadas por láminas.
ASPECTOS GENERALES					
19	Existe manual de instrucciones y está en todo momento a disposición del operario de las máquinas.	X			
	Dicho manual especifica:				
19.1	Como efectuar sin riesgo la manutención.	X			
19.2	Como efectuar sin riesgo la instalación.	X			
19.3	Como efectuar sin riesgo la puesta en servicio.	X			
19.4	Como efectuar sin riesgo la regulación.	X			
19.5	Como utilizar sin riesgo la máquina.	X			
19.6	Como efectuar sin riesgo el mantenimiento.	X			
19.7	En el manual se advierten las contraindicaciones de uso.	X			
20	Los riesgos residuales de la máquina tras aplicar las medidas de prevención pertinentes, están debidamente señalizados a través de pictogramas fácilmente perceptibles y comprensibles.		X		No se tiene ningún tipo de pictograma.
21	El operario ha sido formado y adiestrado en el manejo de la máquina.	X			
22	El operario tiene las aptitudes necesarias para trabajar en la máquina (cualificación necesaria).	X			
23	Se observan hábitos de trabajo correctos (se siguen los métodos de trabajo establecidos, se ubican y ajustan los resguardos regulables a las necesidades de cada operación, se usan las protecciones personales cuando se precisan, etc.)	X			
24	Está establecido un programa de mantenimiento y revisiones periódicas de los elementos clave de seguridad.	X			
25	Existe un control estricto de que las operaciones de mantenimiento se realizan dentro de los plazos fijados por el fabricante.	X			
26	Se facilitan los medios materiales necesarios para la minimización del riesgo y la realización correcta del trabajo (herramientas, protecciones personales, etc.).	X			

Anexo E. Reporte de accidentalidad Láminas y Cortes Industriales S.A.

REPORTE DE ACCIDENTALIDAD - PERIODO DEL 1/1/2009 AL 29/8/2010								
	Diagnóstico	Cargo	Parte Afectada	Mecanismo	Lugar	Agente	Tipo Lesión	Descripción
1	TRAUMATISMOS SUPERFICIALES MULTIPLES, NO ESPECIFICADOS	oficios varios	Tronco Incluye Espalda, Columna Vertebra	Sobreesfuerzo, Esfuerzo Excesivo O Falso	Áreas De producción	Otros Agentes No Clasificados	Golpe O Contusión O Aplastamiento	Me encontraba moviendo una lámina de 6 m con mis implementos de trabajo necesarios para ejecutar esta labor y de pronto estaba corriendo la lámina para ubicarla bien, me solté al hacer la fuerza y me caí.
2	CONTUSION DE DEDO(S) DEL PIE SIN DAÑO DE LA(S) UÑA(S)	conductor	Pies	Sobreesfuerzo, Esfuerzo Excesivo O Falso	Áreas De producción	Materiales O Sustancias	Golpe O Contusión O Aplastamiento	Me encontraba con todos los implementos necesarios para realizar mi labor, me disponía a subir una lámina redonda al vehículo, se me volteo y cayó encima del pie.
3	HERIDA DE LA MUÑECA Y DE LA MANO, PARTE NO ESPECIFICADA	OFICIOS VARIOS	Manos	Pisadas, Choques O Golpes.	Áreas De producción	Herramientas, Implementos O Utensilios.	Herida	El trabajador se encontraba cargando unas láminas de acero inoxidable y al momento se produce herida en mano, presenta dolor y sangrado abundante reporta el trabajador.
4	TRAUMATISMO MPLES TENDONES Y MUSCULOS FLEXORES A NIVEL MUÑECA Y MANO	OPERARIO	Manos	Sobreesfuerzo, Esfuerzo Excesivo O Falso	Áreas De producción	Máquinas Y/O Equipos	Golpe O Contusión O Aplastamiento	Me encontraba trabajando con mis elementos de protección (guantes) cuando yo doble la lámina el tope se corrió y la punta del compañero se fue hacia atrás y fue cuando me apretó el pulgar derecho.
5	CONTUSION DE DEDO(S) DE LA MANO, SIN DAÑO DE LA(S) UÑA(S)	OPERARIO	Manos	Sobreesfuerzo, Esfuerzo Excesivo O Falso	Áreas De producción	Máquinas Y/O Equipos	Golpe O Contusión O Aplastamiento	Me encontraba ayudando a bajar una pieza de la roladora y se resbalo la pieza y me piso el dedo.

Anexo E. (continuación)

6	TRAUMATISMO DE MULTIPLES TENDONES Y MUSCULOS A NIVEL DEL ANTEBRAZO	OFICIOS VARIOS	Manos	Sobreesfuerzo, Esfuerzo Excesivo O Falso	Áreas De producción	Materiales O Sustancias	Golpe O Contusión O Aplastamiento	Me encontraba trabajando con unas láminas de 3/4 y una de ellas se me resbaló cayéndome en mi antebrazo izquierdo.
7	QUEMADURA DE LA MUÑECA Y DE LA MANO, DE SEGUNDO GRADO	OFICIOS VARIOS	Manos	Otro	Áreas De producción	Materiales O Sustancias	Quemadura	El trabajador se encontraba cambiando una boquilla de un plasma (cortadora manual) el seguro no estaba puesto se activó utilizaba guantes al activarse genera calor y le produce quemadura en 4 y 5 dedo mano derecha presenta dolor enrojecimiento ampolla pequeña.
8	HERIDA DE DEDO(S) DE LA MANO, SIN DAÑO DE LA(S) UÑA(S)	DIBUJANTE	Pies	Caída De Objetos	Áreas De producción	Herramientas, Implementos O Utensilios.	Golpe O Contusión O Aplastamiento	Primero me encontraba con mis implementos de trabajo necesario para desempeñar mi labor, estaba verificando unas medidas de láminas de alfajor, cuando cogí la lámina se encontraba una barra de acero al lado de la misma la cual se cayó.
9	HERIDA DE DEDO(S) DEL PIE SIN DAÑO DE LA(S) UÑA(S)	OF VARIOS	Pies	Pisadas, Choques O Golpes.	Áreas De producción	Herramientas, Implementos O Utensilios.	Herida	Me encontraba con mis implementos de trabajo requeridos para desempeñar mi labor como lo son las botas con puntera-gafas-uniforme y demás, iba caminando por el sitio donde por lo general me desempeño cuando me encontré con un retal de lámina que me causó una herida.
10	TRAUMATISMO DEL OJO Y DE LA ORBITA, NO ESPECIFICADO	OFICIOS VARIOS	Ojo	Otro	Áreas De producción	Herramientas, Implementos O Utensilios.	Otro	El trabajador se encontraba , cortando lamina en el pantógrafo con el plasma, informa que tenía el equipo de protección, en la madrugada empezó a sentir ardor en los ojos,lagrimeo, informa que así él tenga la careta o gafas el destello de la luz es penetrante.

Anexo E. (continuación)

11	AMPUTACION TRAUMATICA DE OTRO DEDO UNICO (COMPLETA) (PARCIAL)	OFICIOS VARIOS	Cabeza	Pisadas, Choques O Golpes .	Áreas De producción	Herramientas, Implementos O Utensilios.	Herida	Estaba descargando una laminas con el puente grúa cuando al sacar la uña (es un soporte con el cual se levanta la lámina) la hale y esta se vino abajo con todo.
12	QUEMADURA DEL TRONCO, DE PRIMER GRADO	OPERARIO	Abdómen	Otro	Áreas De producción	Herramientas, Implementos O Utensilios.	Quemadura	Primero me encontraba con mis implementos de trabajo, sostenía la antorcha en la mano y realice un movimiento para cambiar de posición y en este instante se me activo provocándome quemada en el abdomen.
13	CONTUSION DE OTRAS PARTES Y DE LAS NO ESPECIFICADAS DEL PIE	Oficios varios	Pies	Caida De Objetos	Áreas De producción	Herramientas, Implementos O Utensilios.	Golpe O Contusión O Aplastamiento	El trabajador se encontraba levantando una lámina pequeña de hierro, se le resbala del guante y le caen el pie izquierdo en el empeine produciéndole edema, limitación para caminar.
14	FRACTURA DE OTROS HUESOS METACARPANOS	OF VARIOS	Manos	Caida De Objetos	Áreas De producción	Herramientas, Implementos O Utensilios.	Golpe O Contusión O Aplastamiento	El trabajador se encontraba manejando la maquina dobladora en ese momento se le suelta una correa de sostenimiento se le cae un dedo en el dedo 1 de la mano derecha presenta dolor, la uña está levantada.
15	QUEMADURA DE LA CABEZA Y DEL CUELLO, DE SEGUNDO GRADO	OPERARIO	Cuello	Exposición O Contacto Con Temperatura Extrema	Áreas De producción	Herramientas, Implementos O Utensilios.	Quemadura	Primero que todo me encontraba con todos mis implementos de trabajo necesarios para desempeñar mi labor, estaba cortando unas láminas con un compañero, por un momento me agache a medir la lámina y cuando me pare mi compañero se encontraba moviendo la varilla caliente y me golpeo en el cuello.

Anexo E. (continuación)

16	HERIDA DE DEDO(S) DE LA MANO, SIN DAÑO DE LA(S) UÑA(S)	OF VARIOS	Manos	Pisadas, Choques O Golpes .	Áreas De producción	Herramientas, Implementos O Utensilios.	Herida	Me encontraba con todos mis implementos necesarios de trabajo para desempeñar mi labor, estaba puliendo unas piezas, en el momento de sostener esta herramienta de trabajo sobre mi mano; no entiendo cómo dio un giro ocasionándome una cortada sobre el dedo.
17	HERIDA DE DEDO(S) DE LA MANO, SIN DAÑO DE LA(S) UÑA(S)	OFICIOS VARIOS	Manos	Pisadas, Choques O Golpes.	Áreas De producción	Máquinas Y/O Equipos	Golpe O Contusión O Aplastamiento	El trabajador se encontraba en el área de producción cortando una lamina de acero y al momento de bajar la cuchilla (la cizalla maquina cortadora de lámina) le corto dedo 3 mano derecha, presenta levantamiento de piel ,herida profunda.
18	TRAUMATISMOS SUPERFICIALES MULTIPLES, NO ESPECIFICADOS	CONTADORA	Tronco Incluye Espalda, Columna Vertebra	Caida De Personas	Oficinas	Herramientas, Implementos O Utensilios.	Golpe O Contusión O Aplastamiento	Me encontraba parada y me iba a sentar cuando la silla se me corrió y me caí al piso de forma sentada ocasionándome esto mucho dolor en la parte de la cadera y a la vez sentí que se me fue la fuerza, como si me fuera a desmayar.
19	HERIDA DE OTRAS PARTES DE LA CABEZA	OFICIOS VARIOS	Cabeza	Pisadas, Choques O Golpes .	Áreas De producción	Materiales O Sustancias	Golpe O Contusión O Aplastamiento	Me encontraba con todos mis implementos de trabajo para realizar las labores, estaba recogiendo material sobrante de pieza para organizar en las canecas cuando al pisar me resbalé enredándome con una tira de lámina.
20	HERIDA DE DEDO(S) DE LA MANO, SIN DAÑO DE LA(S) UÑA(S)	oficios varios	Manos	Pisadas, Choques O Golpes .	Áreas De producción	Herramientas, Implementos O Utensilios.	Herida	Me encontraba con todos mis implementos de trabajo necesarios para realizar mi labor, estaba levantando una lámina la cual se me resbaló provocando una cortada en el dedo índice derecho.
21	HERIDA DEL BRAZO	OFICIOS VARIOS	Manos	Caida De Objetos	Áreas De producción	Herramientas, Implementos O Utensilios.	Herida	El trabajador se encontraba guardando una lámina de acero en el estante en este momento la mano se resbala y se causa herida profunda en el antebrazo der con sangrado.

Número de Eventos Reportados: 21

Anexo F. Evaluación de riesgos Dobladora.

FORMATO DE INSPECCIÓN PARA CONSIGNAR LOS FACTORES DE RIESGO								
Empresa: Laminas y cortes Industriales S.A. Área: Doblado Elaborado: Jonathan Bonilla A. - Richard Castro G.								
GRUPO FACTOR RIESGO	FACTOR RIESGO	FUENTE FACTOR RIESGO	PUESTOS AFECTADOS	No EXP	GRADO DE PELIGRO			RESULTADO
					P	E	C	G.P
5 Productores de sobrecarga síquica	Alta concentración	Maquina dobladora	Operarios	2	10	10	20	2000
4 Productores de sobrecarga física	Posiciones inadecuadas	Posiciones inadecuadas (de pie), trabajo repetitivo	Operarios	2	10	10	51	5100
6 Productores de inseguridad tipo mecánico	Máquinas peligrosas sin protecciones	Maquina dobladora	Operarios	2	10	10	75	7500
6 Productores de inseguridad tipo locativo	Vías y pasillos	Almacenamiento De láminas en zonas de tránsito que obstaculizan el personal.	Operarios	2	7	10	25	1750
	Desorden	No se respetan las zonas demarcadas.	Operarios	2	7	10	25	1750

Anexo G. Protocolo Troqueladora.

INSPECCIÓN A EQUIPOS CON RIESGO POR ATRAPAMIENTO					
Ítem N°	Condición	Cumple			Observaciones
		SI	NO	N/A	
GUARDAS					
1	Existen guardas fijas que impiden el acceso a elementos móviles a los que se debe acceder ocasionalmente.		X		Existen elementos móviles que pueden generar atrapamiento, por lo cual son necesarias.
1.1	Las guardas fijas están sólidamente sujetas en su lugar.		X		
1.2	Para su apertura se precisa utilizar herramientas.		X		
1.3	Los guardas son de fabricación sólida y resistente.		X		
1.4	Los guardas no ocasionan riesgos suplementarios.		X		
1.5	Si existen aberturas en las guardas, éstos están a suficiente distancia de la zona peligrosa.		X		
2	Existen guardas móviles que impiden el acceso a elementos en movimiento cuando se prevén intervenciones frecuentes.		X		
2.1	Es imposible que los elementos móviles estén en funcionamiento si la guarda móvil no está correctamente cerrada.			X	
2.2	La ausencia o el fallo de uno de sus dispositivos, impide la puesta en marcha o provoca la parada de los elementos móviles.			X	
2.3	Los guardas son de fabricación sólida y resistente.			X	
2.4	Las guardas no ocasionan riesgos suplementarios.			X	
2.5	Si existen aberturas en las guardas, éstos están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.			X	
3	Si existen dispositivos de protección se encuentran bien instalados, operativos y evitan el acceso a las partes móviles mientras la máquina se encuentra en funcionamiento. (Cortinas de Luz, Tapetes sensibles, etc.)		X		No se encuentra dotada de dispositivos de protección pero si son necesarios.
MANDOS					
4	Los dispositivos de mando son claramente visibles e identificables.		X		No se tienen leyendas ni pictogramas que permitan identificar la función de los mandos.
5	Son maniobrables con seguridad y de forma inequívoca.		X		No se encuentran claramente identificados.

Anexo G. (continuación)

6	Su accionamiento exigirá siempre una maniobra intencionada.	X			
7	Están colocados fuera de las zonas peligrosas, salvo excepciones en caso de necesidad (p.e: paro de emergencia).	X			El pedal de accionamiento es móvil y puede ser llevado a una zona peligrosa.
8	Si desde el punto de mando principal, el operador no controla todas las zonas peligrosas, existe una alarma acústica previa a la puesta en marcha de la máquina que permita a la persona expuesta disponer de tiempo para abandonar la zona peligrosa o de medios para oponerse a la puesta en marcha efectiva de la máquina.		X		
9	La máquina está provista de dispositivos de paro de emergencia claramente identificables, visibles y accesibles desde cualquier punto de operación que pueda generar riesgo.	X			Se tienen dispositivos de paro de emergencia pero estos no se encuentran debidamente identificados.
9.1	Su accionamiento provoca la parada del proceso peligroso en un tiempo suficientemente corto como para evitar consecuencias graves.	X			
9.2	El mando de parada de emergencia tiene retención e implica una maniobra intencionada para su desbloqueo.	X			
9.3	El desbloqueo del mando de parada de emergencia no pone la máquina en marcha de nuevo.	X			
10	El restablecimiento tras una interrupción de la alimentación de energía de la máquina, no provoca situación alguna de peligro (p.e: puesta en marcha intempestiva, ineficacia de los dispositivos de protección, etc.).	X			
BLOQUEOS					
11	El equipo posee switch con bloqueo para candado para impedir el suministro eléctrico.		X		
12	El equipo posee válvulas con bloqueo para candado para impedir el suministro hidráulico.		X		Las válvulas no poseen bloqueo y su ubicación impide la visibilidad y el fácil acceso.
13	El equipo posee válvulas con bloqueo para candado para impedir el suministro neumático.			X	
ENTORNO AMBIENTAL					
14	La iluminación normal permite realizar con perfecta distinción de detalles las distintas operaciones de trabajo, puesta a punto, reglaje, limpieza y mantenimiento. Y en caso de no serlo la máquina va dotada de iluminación localizada.	X			Se trabaja un solo turno y la ubicación de las ventanas y puertas proporciona buena iluminación.
15	Se evitan en la iluminación parpadeos, deslumbramientos, sombras y efectos estroboscópicos que pueden producir peligro.	X			

Anexo G. (continuación)

16	Cuando una máquina va dotada de alarma acústica previa a la puesta en marcha, existe garantía de que la misma será audible e identificable (no estará anulada por ruidos ambientales o enmascarada por otras alarmas)			X	
17	El entorno de la máquina permanece limpio de residuos, retales, manchas de aceite o grasa, etc.	X			
18	La máquina está claramente delimitada de zonas de almacenamiento o de tránsito.	X			La señalización es borrosa y algunas líneas son tapadas por láminas.
ASPECTOS GENERALES					
19	Existe manual de instrucciones y está en todo momento a disposición del operario de las máquinas.	X			
	Dicho manual especifica:				
19.1	Como efectuar sin riesgo la manutenzione.	X			
19.2	Como efectuar sin riesgo la instalación.	X			
19.3	Como efectuar sin riesgo la puesta en servicio.	X			
19.4	Como efectuar sin riesgo la regulación.	X			
19.5	Como utilizar sin riesgo la máquina.	X			
19.6	Como efectuar sin riesgo el mantenimiento.	X			
19.7	En el manual se advierten las contraindicaciones de uso.	X			
20	Los riesgos residuales de la máquina tras aplicar las medidas de prevención pertinentes, están debidamente señalizados a través de pictogramas fácilmente perceptibles y comprensibles.		X		No se tiene ningún tipo de pictograma.
21	El operario ha sido formado y adiestrado en el manejo de la máquina.	X			
22	El operario tiene las aptitudes necesarias para trabajar en la máquina (cualificación necesaria).	X			
23	Se observan hábitos de trabajo correctos (se siguen los métodos de trabajo establecidos, se ubican y ajustan los resguardos regulables a las necesidades de cada operación, se usan las protecciones personales cuando se precisan, etc.)	X			
24	Está establecido un programa de mantenimiento y revisiones periódicas de los elementos clave de seguridad.	X			
25	Existe un control estricto de que las operaciones de mantenimiento se realizan dentro de los plazos fijados por el fabricante.	X			
26	Se facilitan los medios materiales necesarios para la minimización del riesgo y la realización correcta del trabajo (herramientas, protecciones personales, etc.).	X			

Anexo H. Reporte de accidentalidad Ingeniería y Filtración.

REPORTE DE ACCIDENTALIDAD - PERIODO DEL 1/1/2009 AL 29/8/2010								
	DIAGNÓSTICO	CARGO	PARTE AFECTADA	MECANISMO	LUGAR	AGENTE	TIPO LESIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Cuerpo extraño en el saco conjuntival	Auxiliar montaje	Sin información	Sin información	Sin Información	Sin Información	Sin Información	El Sr. se encontraba puliendo unas platinas eléctricas, informa que por debajo de las gafas que utilizaba se le entra una esquirla de la platina la cual se le introduce en el ojo derecho, presenta dolor e irritación.

Anexo H. (continuación)

2	Herida de dedo(s) de la mano, sin daño de la(s) uña(s)	Tornero	Sin información	Sin información	Sin Información	Sin Información	Sin Información	El paciente se encontraba operando una maquina (rectificadora), la maquina contiene una piedra que hace la función de pulidora con la cual se corta el 3 dedo de la mano derecha, presenta herida superficial, sangrado moderado.
3	Herida de dedo(s) de la mano, sin daño de la(s) uña(s)	Coor. Mec.	Manos	Otro	Áreas de Producción	Materiales o sustancias	Herida	El Sr. se encontraba operando un torno con un material que él estaba trabajando, al manipularlo le produjo una herida en el 2 dedo de la mano derecha, presenta herida con sangrado moderado, no daño de uña.

Anexo H. (continuación)

4	Contusión del tórax	Pulidor	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	El Sr. se encontraba puliendo un producto, se le resbaló y por no dejarlo caer le golpeo el pecho, presenta dolor, dificultad al movimiento.
5	Traumatismos superficiales múltiples, no especificados	Auxiliar montaje	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Estaba reparando una troqueladora a una altura de 1.20 y se cayó, presenta trauma a nivel general, dolor en cadera, no pérdida de conocimiento, solo trauma.
6	Cuerpo extraño en otras y en múltiples partes de parte externa del ojo	Auxiliar montaje	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	El Sr. estaba rectificando una pieza y le cayó una esquirla en el ojo izquierdo. Presenta irritación y malestar en el ojo.

Anexo H. (continuación)

7	Contractura muscular	Of. varios	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Estaba levantando una herramienta de trabajo peso aprox. 20 kg, al tratar de cogerlo sintió como un desgarró en tórax lado izquierdo.
Número de Eventos Reportados: 7								

Anexo I. Evaluación de riesgos Troqueladora.

FORMATO DE INSPECCIÓN PARA CONSIGNAR LOS FACTORES DE RIESGO								
Empresa: Ingeniería y Filtración			Área: Troquelado		Elaborado: Jonathan D. Bonilla A. - Richard Castro G.			
GRUPO FACTOR RIESGO	FACTOR RIESGO	FUENTE FACTOR RIESGO	PUESTOS AFECTADOS	No EXP	GRADO DE PELIGRO			RESULTADO
					P	E	C	G.P
1 Microclima	Niveles de luz inadecuados	Número de Luminarias inadecuado.	Operario	1	10	10	5	500
4 Productores de sobrecarga física	Postura corporal inadecuada: encorvado, encogido	Altura del sentadero de las sillas.	Operario	1	10	10	10	1000
5 Productores de sobrecarga síquica	Alta concentración	Zona del troquelado.	Operario	1	10	10	10	1000
6 Productores de Inseguridad tipo mecánico	Máquinas Peligrosas sin protecciones	Troqueladora TR-3.	Operario	1	10	10	75	7500

Anexo J. Protocolo Tejedora.

INSPECCIÓN A EQUIPOS CON RIESGO POR ATRAPAMIENTO						
Ítem N°	Condición	Cumple			Observaciones	
		SI	NO	N/A		
GUARDAS						
1	Existen guardas fijas que impiden el acceso a elementos móviles a los que se debe acceder ocasionalmente.	X			Tiene una guarda pero está incompleta. Además le hacen falta algunas guardas.	
1.1	Las guardas fijas están sólidamente sujetas en su lugar.	X			La guarda incompleta está sólidamente sujeta.	
1.2	Para su apertura se precisa utilizar herramientas.	X				
1.3	Los guardas son de fabricación sólida y resistente.	X				
1.4	Los guardas no ocasionan riesgos suplementarios.		X		Puede ocasionar debido a que está incompleta y aún hay elementos desprotegidos en movimiento que pueden provocar accidentes.	
1.5	Si existen aberturas en las guardas, éstos están a suficiente distancia de la zona peligrosa.		X		Está cerca de la circulación peatonal.	
2	Existen guardas móviles que impiden el acceso a elementos en movimiento cuando se prevén intervenciones frecuentes.		X			
2.1	Es imposible que los elementos móviles estén en funcionamiento si la guarda móvil no está correctamente cerrada.			X		
2.2	La ausencia o el fallo de uno de sus dispositivos, impide la puesta en marcha o provoca la parada de los elementos móviles.			X		
2.3	Los guardas son de fabricación sólida y resistente.			X		
2.4	Las guardas no ocasionan riesgos suplementarios.			X		
2.5	Si existen aberturas en las guardas, éstos están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.			X		
3	Si existen dispositivos de protección se encuentran bien instalados, operativos y evitan el acceso a las partes móviles mientras la máquina se encuentra en funcionamiento. (Cortinas de Luz, Tapetes sensibles, etc.)		X			
MANDOS						
4	Los dispositivos de mando son claramente visibles e identificables.		X		Si tienen botones de mando, pero los textos están en ingles, son pequeños y están abreviados.	

Anexo J. (continuación)

5	Son maniobrables con seguridad y de forma inequívoca.	X			
6	Su accionamiento exigirá siempre una maniobra intencionada.	X			
7	Están colocados fuera de las zonas peligrosas, salvo excepciones en caso de necesidad (p.e: paro de emergencia).		X		
8	Si desde el punto de mando principal, el operador no controla todas las zonas peligrosas, existe una alarma acústica previa a la puesta en marcha de la máquina que permita a la persona expuesta disponer de tiempo para abandonar la zona peligrosa o de medios para oponerse a la puesta en marcha efectiva de la máquina.		X		
9	La máquina está provista de dispositivos de paro de emergencia claramente identificables, visibles y accesibles desde cualquier punto de operación que pueda generar riesgo.	X			Pero no está claramente identificado, el texto está en inglés.
9.1	Su accionamiento provoca la parada del proceso peligroso en un tiempo suficientemente corto como para evitar consecuencias graves.	X			
9.2	El mando de parada de emergencia tiene retención e implica una maniobra intencionada para su desbloqueo.		X		Actúa como un STOP del proceso.
9.3	El desbloqueo del mando de parada de emergencia no pone la máquina en marcha de nuevo.			X	
10	El restablecimiento tras una interrupción de la alimentación de energía de la máquina, no provoca situación alguna de peligro (p.e: puesta en marcha intempestiva, ineficacia de los dispositivos de protección, etc.).	X			Desde la planta central de alimentación.
BLOQUEOS					
11	El equipo posee switch con bloqueo para candado para impedir el suministro eléctrico.		X		En el tablero de la máquina no, pero el Tablero de la Planta central sí.
12	El equipo posee válvulas con bloqueo para candado para impedir el suministro hidráulico.			X	
13	El equipo posee válvulas con bloqueo para candado para impedir el suministro neumático.			X	
ENTORNO AMBIENTAL					
14	La iluminación normal permite realizar con perfecta distinción de detalles las distintas operaciones de trabajo, puesta a punto, reglaje, limpieza y mantenimiento. Y en caso de no serlo la máquina va dotada de iluminación localizada.	X			Tiene buena iluminación Natural en el día, y en la noche tiene buena iluminación artificial, cada máquina posee su propia iluminación.
15	Se evitan en la iluminación parpadeos, deslumbramientos, sombras y efectos estroboscópicos que pueden producir peligro.	X			

Anexo J. (continuación)

16	Cuando una máquina va dotada de alarma acústica previa a la puesta en marcha, existe garantía de que la misma será audible e identificable (no estará anulada por ruidos ambientales o enmascarada por otras alarmas)			X	
17	El entorno de la máquina permanece limpio de residuos, retales, manchas de aceite o grasa, etc.	X			
18	La máquina está claramente delimitada de zonas de almacenamiento o de tránsito.	X			Tiene pintada toda la zona del proceso de cada máquina más las líneas que separan esta zona con la zona peatonal.
ASPECTOS GENERALES					
19	Existe manual de instrucciones y está en todo momento a disposición del operario de las máquinas.		X		Tienen manual eléctrico pero no del proceso de la máquina.
	Dicho manual especifica:				
19.1	Como efectuar sin riesgo la manutención.			X	
19.2	Como efectuar sin riesgo la instalación.			X	
19.3	Como efectuar sin riesgo la puesta en servicio.			X	
19.4	Como efectuar sin riesgo la regulación.			X	
19.5	Como utilizar sin riesgo la máquina.			X	
19.6	Como efectuar sin riesgo el mantenimiento.			X	
19.7	En el manual se advierten las contraindicaciones de uso.			X	
20	Los riesgos residuales de la máquina tras aplicar las medidas de prevención pertinentes, están debidamente señalizados a través de pictogramas fácilmente perceptibles y comprensibles.		X		
21	El operario ha sido formado y adiestrado en el manejo de la máquina.	X			
22	El operario tiene las aptitudes necesarias para trabajar en la máquina (cualificación necesaria).	X			
23	Se observan hábitos de trabajo correctos (se siguen los métodos de trabajo establecidos, se ubican y ajustan los resguardos regulables a las necesidades de cada operación, se usan las protecciones personales cuando se precisan, etc.)	X			
24	Está establecido un programa de mantenimiento y revisiones periódicas de los elementos clave de seguridad.	X			Anualmente

Anexo J. (continuación)

25	Existe un control estricto de que las operaciones de mantenimiento se realizan dentro de los plazos fijados por el fabricante.	x			
26	Se facilitan los medios materiales necesarios para la minimización del riesgo y la realización correcta del trabajo (herramientas, protecciones personales, etc.).	x			

Anexo K. Evaluación de riesgos Tejedora.

FORMATO DE INSPECCIÓN PARA CONSIGNAR LOS FACTORES DE RIESGO								
Empresa: Ingeniería y FiltraciónÁrea:TroqueladoElaborado: Jonathan D. Bonilla A. - Richard Castro G.								
GRUPO FACTOR RIESGO	FACTOR RIESGO	FUENTE FACTOR RIESGO	PUESTOS AFECTADOS	No EXP	GRADO DE PELIGRO			RESULTADO
					P	E	C	G.P
6 Productores de Inseguridad tipo mecánico	Máquinas peligrosas sin protecciones	TejedoraTKH-2.	Operario	1	5	5	75	1875